

**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Саратовский государственный аграрный университет  
имени Н. И. Вавилова»**

# **МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ В КОРМОПРОИЗВОДСТВЕ И КОРМЛЕНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ**

**краткий курс лекций**

**для аспирантов**

Направление подготовки  
**36.06.01 Ветеринария и зоотехния**

Профиль подготовки  
**Кормопроизводство, кормление сельскохозяйственных животных и  
технология кормов**

**Саратов 2014**

УДК 001.891:636.084

ББК 45.4

К - 66

**Методы исследований в кормопроизводстве и кормлении сельскохозяйственных животных:** краткий курс лекций для аспирантов направление подготовки 36.06.01 Ветеринария и зоотехния, профиль подготовки «Кормопроизводство, кормление сельскохозяйственных животных и технология кормов» / Сост.: А.П. Коробов, Т.В. Косарева // ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2014. – 63 с.

Краткий курс лекций по дисциплине «Методы исследований в кормопроизводстве и кормлении сельскохозяйственных животных» составлен в соответствии с рабочей программой дисциплины и предназначен для аспирантов направления подготовки 36.06.01 Ветеринария и зоотехния. Краткий курс лекций содержит теоретический материал по основным вопросам касающихся методов научных исследований в животноводстве. Курс лекций включает основные вопросы, ориентированные на умение поиска нужной информации и способность ее целенаправленного применения в научной деятельности.

УДК 167/168 (075.8)

ББК 72в

© Коробов А.П., Косарева Т.В., 2014  
© ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2014

## **Введение.**

Среди факторов, ведущих к успеху при проведении опытов. Едва ли не самую большую роль играет овладение современными методами научно-исследовательской работы и умелое их применение. Краткий курс лекций по дисциплине «Методы исследований в кормопроизводстве и кормлении сельскохозяйственных животных» составлен в соответствие с рабочей программой дисциплины и предназначен для аспирантов направления подготовки 36.06.01 Ветеринария и зоотехния. Краткий курс лекций содержит теоретический материал по основным вопросам касающихся методов научных исследований в животноводстве. Курс лекций включает основные вопросы, ориентированные на умение поиска нужной информации и способность ее целенаправленного применения в научной деятельности.

## Лекция 1

### **ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС В ЖИВОТНОВОДСТВЕ**

По общему объему производства с.-х. продукции Саратовская область занимает третье место в Приволжском федеральном округе и девятое в РФ (в 2009 г. валовой сбор зерна составил около 2,7 млн. т, или 3,6 % всего валового сбора зерна РФ и более 14 % – ПФО). По показателям производства маслосемян подсолнечника область находится на первом месте в ПФО и на пятом в России. Техническая оснащенность в 2009 г. в сравнении с 1990 г. снизилась более чем в 2 раза, резко сократились объемы внесения удобрений.

С 1990 г. по 2009 г. посевная площадь во всех категориях хозяйств уменьшалась с 5 564 тыс. га до 3 710 тыс. га., в том числе зерновых культур с 3 371 до 2 561 тыс. га.

В целом урожайность с.-х. культур в Саратовской области остается сравнительно невысокой. Урожайность кормовых культур, особенно многолетних трав, значительно снизилась. Произошедшие изменения в размерах посевных площадей и уровнях урожайности отразились на валовом производстве растениеводческой продукции. В среднем в 2006 – 2009 гг. по отношению к 1986 – 1990 гг. производство зерна в области снизилось на 17 %, сахарной свеклы соответственно на 8 %, производство маслосемян подсолнечника возросло в 2,8 раза, картофеля – в 1,5 раза, овощей – на 14 %.

В среднем за 1986 – 1990 гг. уровень рентабельности реализованной продукции по растениеводству в целом составлял 50,5 %, в том числе зерна 95,8 %, подсолнечника 169,5 %, сахарной свеклы (–8,5 %), овощей (–6,8 %) и картофеля (–30,7 %). В среднем за 2006 – 2008 гг. уровень рентабельности реализованной сельскохозяйственными организациями продукции был равен по зерну 40,3 %, подсолнечнику 56,9 %, картофелю 34,9 %, овощам 34,0 %; по сахарной свекле (–5,8 %), а в целом по продукции растениеводства 42,7 %.

Кормовая база – основа развития животноводства. Кормление – важнейший экономический фактор производства продукции.

В структуре себестоимости доля кормов при производстве: молока составляет 50 - 55 %; говядины 65 - 70 %; свинины 60 – 70 %; мяса птицы 70 - 80 %.

Главным условием эффективного развития животноводства является организация прочной кормовой базы. Для этого необходимо изменить структуру посевов в сторону повышения удельного веса кормовых культур, в том числе многолетних трав

Необходимость разнообразия возделываемых видов и сортов сельскохозяйственных культур, обладающих новыми ценными признаками, и оптимизация их размещения в микрорайонах Саратовской области в целях максимальной реализации биологического потенциала;

Освоение научно обоснованных систем и эффективных технологий семеноводства, предполагающих в период 2011 - 2020 гг. осуществление сортосмены раз в 5 - 7 лет, сортообновления – после 3 - 4 репродукции, что при производстве к 2020 г. семян элиты не менее 30 тыс. т позволит обеспечить повышение урожайности сельскохозяйственных культур на 20 - 25 %;

Поддержание на полях оптимальной фитосанитарной обстановки на основе освоения экологически безопасной интегрированной системы защиты посевов от болезней, вредителей и сорняков;

Освоение новых технологий управления продукционным и средообразующим потенциалом агроэкосистем и агроландшафтов на основе дифференцированного использования ресурсов и применения средств агрокосмического и позиционного зондирования (технологии «точного земледелия»).

Корма – это основа высокой продуктивности. Общепринято, что потребность в кормовом зерне в три раза больше, чем в продовольственном. Именно в таком соотношении строится зерновой баланс во многих странах. Например, в США – 87 % зерна кукурузы, 70 % сои 21 % пшеницы, 95 % сорго, овса, ржи идет на кормовые цели; в Германии – 67 % продукции растениеводства используется на корм; в Финляндии – 85 % пашни занимают кормовые культуры.

В России это соотношение недопустимо мало (в США на 1 т продовольственной пшеницы производится около 4 тонн кукурузы и 1,4 т сои, в России менее 200 кг кукурузы и 18 кг сои.)

С учетом обеспечения развивающегося животноводства Саратовской области кормами необходимо иметь как минимум 221,6 тыс. га орошаемых земель (А.А. Черняев 2008 г.).

Эффективность использования кормов. При скармливании кормов приготовленных из 1 т луговой травы можно получить следующее количество молока, так при использовании зеленого корма можно получить 333 кг; сенаж - 269 кг; силос из подвяленной травы - 242 кг; сено искусственной сушки - 190 кг; сено полевой сушки - 80 кг молока.

Основная задача при выращивании молочного скота - это создание такого типа животных, который благодаря своей величине, крепости конституции и развитию органов и систем обеспечивали бы высокую молочную продуктивность в течение длительного времени.

Так, живая масса нетелей к отелу должна быть не 450 – 500 кг, а 580 – 620 кг. За 9 месяцев стельности живая масса нетели должна увеличиваться на 190 – 200 кг.

К основным условиям получения высокой продуктивности дойных коров следует отнести следующие факторы: 1. Организация научно-обоснованного кормления (уровень полноценного кормления коров). Считается, что на 60 % продуктивность животных зависит от факторов кормления (на 25 % от селекции, на 15 % от условий содержания); 2. Аппетит и переваримость кормов; 3. Индивидуальные особенности животных, которые определяются наследственными задатками; 4. Величина животных; 5. Время отела. Коровы, отелившиеся осенью, лучше раздаиваются. При отеле в ноябре-феврале (статистика) коровы дают на 500 - 600 кг молока больше за лактацию, чем отелившиеся в весенне-летний период; 6. Рациональное машинное доение, без нарушений физиологии доения; 7. Непрерывный рост генетического потенциала стада (селекционная работа); 8. Создание оптимального микроклимата.

Интенсивность откорма свиней зависит от многих факторов, но в первую очередь от здоровья и физического состояния молодняка, количества и качества кормов, полноценности и сбалансированности рационов, породы свиней, уровня механизации производственных процессов, условий содержания, квалификации кадров и организации труда.

Многочисленные данные отечественных и зарубежных исследователей свидетельствуют о том, что для успешного интенсивного откорма необходимо брать таких животных, которые к 60-дневному возрасту имеют живую массу не менее 15 - 16 кг, а к 4-месячному - 38 - 40 кг. Только такой молодняк способен за 115 - 120 дней

откорма достигнуть живой массы 105 - 110 кг при среднесуточном приросте 550 - 600 г и затратах на 1 кг прироста 4,5 - 5,5 к. ед.

При переводе свиней на откорм необходимо обеспечить сохранность группы на доразивании. Предельное количество животных в станке должно быть 25 голов, норма станковой площади на 1 голову составляет 0,8 м<sup>2</sup> фронт кормления — не менее 30 см.

В системе кормления свиней на откорме центральной является проблема биологической полноценности рационов по содержанию протеина, «критических» незаменимых аминокислот, минеральных веществ и витаминов.

С повышением уровня сырого протеина в рационе увеличиваются среднесуточные приросты и уменьшаются затраты корма на единицу прироста.

В структуре себестоимости свинины затраты на энергоресурсы в 1990 г. не превышали 2 - 3 %, в 2011 г. они составляли 10 - 15 %.

На экономику свиноводства оказывают влияние следующие факторы:

1. Интенсивное использование маточного стада; 2. Улучшение сохранности молодняка; 3. Сокращение периода откорма и конверсии корма, фермы. 4. Повышение качества туш.

Несмотря на положительные сдвиги в последние годы, в целом качественные показатели отрасли остаются на низком уровне. Потребность в кормовом зерне в 3 раза больше, чем в продовольственном. Так в США: 1 место занимает кукуруза; 2 место — соя; 3 место — многолетние травы. На 1 тонну продовольственной пшеницы производится около 4 тонн кукурузы и 1,4 тонны сои.

### **Вопросы для самоконтроля**

- 1) Состояние животноводства и кормовой базы.
- 2) Основные пути увеличения производства кормов.
- 3) Пути повышения продуктивности молочного скота и свиней.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

#### *Основная*

1. **Соколов, Э.М.** Информационные технологии в безопасности жизнедеятельности: Учебник для вузов / Э.М. Соколов, В.М. Панарин, Н.В. Воронцова. – М.: Машиностроение, 2006. -238 с.

2. **Коробов, А.П.** Методика опытного дела в животноводстве: Методические указания и рабочая тетрадь / А. П. Коробов, Л. А. Сивохина, Ю. А. Кутузов. - Саратов, 2008.

3. **Фаронов, В.В.** Система программирования Delphi./ В. В. Фаронов. – СПб: БХВ-Петербург, 2006. – 912 с.

#### *Дополнительная*

1. **Викторов, П. И.** Методика опытного дела в животноводстве / П. И. Викторов: учебное пособие для слушателей ФПК. - Краснодар, СХИ, 1997.

2. **Меркурьева, Е. Н.** Биометрия в селекции и генетике с.-х. животных / Е. Н. Меркурьева. - М.: Колос, 1970.

3. **Плохинский, Н. А.** Биометрия / Н. А. Плохинский. - М.: Изд. МГУ, 1970.

4. **Викторов, П. И.,** Менькин В. К. Методика и организация зоотехнических опытов / П. И. Викторов, В. К. Менькин. - М.: Агпропромиздат, 1991.

## Лекция 2

### ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ЗООТЕХНИИ

Успех научной деятельности обусловлен, прежде всего знанием того, что в данной области было сделано другими исследователями, а также умением правильно поставить вопрос на исследование.

Основой науки, ее объективной базой служат факты в любой научной области, как в области природы, так и в области истории надо исходить из данных нам фактов... Нельзя конструировать связи и вносить в них факты, надо извлекать их из фактов, и найдя их доказывать опытным путем. (Ф. Энгельс «Диалектика природы»).

Недооценка роли непосредственных наблюдений и экспериментов и преувеличение роли абстрактного мышления ведут к умозрительным спекуляциям и идеализму. Недооценка роли абстрактного мышления в научном познании лишает человека возможности проникать в закономерные связи явлений и строить науку (БСЭ, т.29).

Процесс научного исследования в зоотехнии включает в себя 2 направления:

1. Приемы наблюдения и обобщения биологических и производственных явлений в животноводстве.

2. Приемы экспериментального исследования

От наблюдений переходят к производственному опыту, а через него к научному эксперименту. В отличие от метода простого наблюдения, методы опыта основываются на искусственном изменении условий жизни животных.

Животноводство необходимо рассматривать как огромный непрерывный рассматривающийся опыт, в результате которого были получены основные знания об изменяющейся природе животных их закономерных отношениях с внешней средой.

На первом этапе развития животноводства, когда человек еще сознательно не ставил цели исследовать закономерности природы, накопление знаний шло путем наблюдения на базе хозяйственной деятельности. Эта форма наблюдения оказалась более радикальной, чем простое наблюдение дикой природы. Постоянное разведение животных одной разновидности и породы создавало возможность иметь повторные и многократные наблюдения, что повышало достоверность знаний, добытых данным путем. Но производственное наблюдение еще нельзя назвать опытом. Осуществлялось оно в значительной степени пассивно: по образному выражению Д.А. Кисловского воспринималось, скорее всего не головным а спинным мозгом, то есть путем анализа ассоциаций между явлениями при неудачах, несчастных случаях и бедствиях.

Опыт в животноводческом хозяйстве возникает в тот период, когда впервые появляется сознательная цель – выяснить те или иные связи между явлениями в жизни животных.

Вначале это может быть вызвано любопытством, а в дальнейшем желанием добыть сведения необходимые для совершенствования разведения животных. На этой стадии опыт носил еще примитивную форму и представляет собой пробу, попытку. Сформулированной гипотезы, предшествующей опыту, еще нет. В связи со скудностью знаний о жизни животных и примитивном состоянии техники производства не точно быть и прогноза результатов опыта.

Накопленный опыт передавался путем индивидуального общения детям, внукам. Это были задатки современной зоотехнической науки.

Простые формы наблюдения полностью сохраняют свое значение и являются необходимым элементом целостного научного исследования. В зоотехнии необходимость включения непосредственных наблюдений в систему методов науки выступает со всей очевидностью.

Метод непосредственного наблюдения становится все более мощным орудием научного исследования. В него включаются не только технические средства, но логика исследования (отказ в поедании поросятами 5 % ОМЭК).

Фиксация результатов наблюдения.

Описание наблюдений может быть: структурное, функциональное, генетическое, полное и выборочное.

В каждой области науки имеются точные технические указания, каким образом следует брать пробы для анализа.

Классификация и измерения явления можно определять путем различных измерений: весовые, объемные, линейные. Благодаря которым наблюдения становятся значимыми для производства.

Здесь накапливаются большое количество цифр, операции с которыми предполагает использование математики. Ошибки при измерении могут быть систематическими или случайными.

Сферы и формы наблюдений в области животноводства.

Основной метод наблюдения в зоотехнической науке – участие ученого в процессе производства.

В мире выполнено много ценнейших для науки и практики работ, в результате наблюдений проведенных в производственной обстановке (холодный метод воспитания телят).

Экспедиционный метод. Формируется из специалистов не только зоотехнического профиля, но и смежных наук (геоботаников, агрономов, ветеринаров, медиков).

Результатом их деятельности является обобщение на широкой научной основе (экспедиция по изучению йодной недостаточности в правобережье Саратовской области).

В области племенного животноводства ценный материал представляют племенные книги по отдельным породам животным.

Особое значение в зоотехнической науке имеет опыт передовиков, который благодаря большой наблюдательности и мастерству работников животноводства позволяет получать высокую продуктивность животных, производительность труда при низкой себестоимости продукции.

Задачи ученых вскрыть научные основы их успешной деятельности.

Деловой союз науки и передовой практики - столбовая дорога прогресса в животноводстве (выращивание свиней на несменяемой соломенной подстилке).

К особенностям производственного опыта относятся:

1. Исследование объекта проводится в основном в изолированном от природных условий обстановке, но она определяется сложившейся технологией производства и не всегда совпадает с интересами познания объекта, детализированного вскрытия частных причин биологических явлений.

2. В основе познания лежит трудовое действие на объект, которое может повторяться многократно в тех вариациях условий жизни животных, которые складываются в производстве в данное время или были в истории его развития.

3. Длительный характер опыта, продолжающийся иногда десятки лет.

4. Большой охват числа животных, что не доступно научному эксперименту.

5. Включение в опыт иногда несколько крупных хозяйств, находящихся в различных природно-климатических зонах.

6. В процессе опыта познание ведется не исключительно только и не главным образом для накопления знаний; на первом плане стоит научное решение вопросов данного производства.

Производственный опыт обеспечивает получение вполне достоверных знаний, если он ставится по хорошо разработанной методике. Выводы из него носят обобщенный (технологический, общебиологический или экономический) характер.

Применение сравнительного, исторического и особенно статистического, как и других методов исследований дает возможность увеличить научную значимость производственного опыта.

Сочетание производственного опыта с научным исследованием – это путь ускорения технического прогресса в практике животноводства.

### **Вопросы для самоконтроля**

- 1) Наблюдение и систематизация как метод научного исследования.
- 2) Производственный опыт.
- 3) Сферы и формы наблюдения в области животноводства.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

#### *Основная*

1. **Соколов, Э.М.** Информационные технологии в безопасности жизнедеятельности: Учебник для вузов / Э.М. Соколов, В.М. Панарин, Н.В. Воронцова. – М.: Машиностроение, 2006. -238 с.

2. **Коробов, А. П.** Методика опытного дела в животноводстве: Методические указания и рабочая тетрадь / А. П. Коробов, Л. А. Сивохина, Ю. А. Кутузов. - Саратов, 2008.

3. **Фаронов, В.В.** Система программирования Delphi./ В. В. Фаронов. – СПб: БХВ-Петербург, 2006. – 912 с.

#### *Дополнительная*

1. **Викторов, П. И.** Методика опытного дела в животноводстве / П. И. Викторов: учебное пособие для слушателей ФПК. - Краснодар, СХИ, 1997.

2. **Меркурьева, Е. Н.** Биометрия в селекции и генетике с.-х. животных / Е. Н. Меркурьева. - М.: Колос, 1970.

3. **Плохинский, Н. А.** Биометрия / Н. А. Плохинский. - М.: Изд. МГУ, 1970.

4. **Викторов, П. И.,** Менькин В. К. Методика и организация зоотехнических опытов / П. И. Викторов, В. К. Менькин. - М.: Агпропромиздат, 1991.

5. **Овсянников, И. И.** Основы опытного дела в животноводстве / И. И. Овсянников. - М.: Колос, 2001.

6. **Трифонова, М. Ф.,** Основы научных исследований / М. Ф. Трифонова, П. М. Заика, и др. - М.: Колос, 1993.

### Лекция 3

## ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ МЕТОДОВ БИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Эксперимент как метод исследования имеет ряд крупных достоинств, которые позволяют глубже проникать в процессе жизнедеятельности познавать функциональную и биохимическую роль структурных элементов организма. В эксперименте объект исследования изымается из естественной обстановки и ставится в новые условия, где главнейшие факторы внешней среды не только контролируются, но и точно измеряются и учитываются. «Опыт, - писал И.П. Павлов, - как бы берет явление природы в свои руки и пускает вход то одно, то другое, и таким образом, в искусственных, упрощенных комбинациях определяет истинную связь между явлениями. Иначе сказать, наблюдение собирает то, что ему предлагает природа, опыт же берет у природы то, что он хочет». Особенности эксперимента в отличие от простого наблюдения состоит в том, что эксперимент позволяет вести изучение предмета при разных условиях, при разных последовательности этих условий или сочетаниях их в комплексах.

Эксперимент ускоряет процесс научного исследования, ибо один сложный опыт дает исследователю столько исследовательского материала сколько методом наблюдений он не собрал за всю свою жизнь. Преимущество эксперимента заключается в том, что он позволяет повторить исследования в тех же условиях или в заведомо иных. Поскольку в разные годы может быть различное сочетание природных факторов имеющих значение для жизни животных. Повторяемость эксперимента дает возможность повысить достоверность выводов их надежность для рекомендаций в животноводстве. В ходе эксперимента можно градуально изменять дозы воздействующего фактора и тем самым выяснять его биологически оптимальные и экономически более целесообразные размеры (использование различных доз аспарагинатов). Таким образом: целенаправленность исследования; изоляция объекта и создание искусственной обстановки; градуальное дозирование изучаемого фактора; повторяемость опыта и возможность точно измерять факторы влияния; делает экспериментальный метод мощным приемом познания объективной действительности. Зоотехнический эксперимент. В зоотехнии используется три вида экспериментов: научный, научно-хозяйственный, производственный. Научный эксперимент ставится в лаборатории и признан ответить на вопрос физиологического, биохимического, микробиологического или генетического характера. В эксперименте обычно выясняются общие биологические закономерности.

В научном эксперименте не могут, ставятся на разрешение вопросы технологического характера. Примером научных экспериментов могут быть опыты по определению переваримости, обмену азота, кальция, фосфора (эксперименты Д.В. Ермакова в условиях стационара по определению биохимических показателей крови и переваримости кормов). Научно-хозяйственный эксперимент. Основным методом зоотехнической науки является научно-хозяйственный опыт, который позволяет исследовать влияние различных факторов на закономерность образования и накопления животноводческой продукции в процессе приближенной к производству. Научно-хозяйственный опыт позволяет оценить конечную технологическую эффективность того или иного элемента корма, рациона, зоотехнических параметров содержания. Эта оценка отличается конкретностью и заканчивается определением

экономической эффективности (работа Д.В. Ермакова Татищевская птицефабрика). Научно-хозяйственный эксперимент дает ответ не только на вопрос биологического характера, но представляет информацию к размышлению о том в каких производственных условиях, возможно, использовать вскрытые биологические закономерности. Сведения из научно-хозяйственного эксперимента носят еще гипотетический характер, ибо в крупном промышленном производстве могут возникать проблемы (раздача гидропонного корма курам несушкам в условия промышленной технологии).

Производственный опыт дает возможность выявить все технологические и экономические параметры рекомендуемого предложения для широкого использования в условиях с.-х. предприятий. Каждый научно-хозяйственный опыт включает в себя достижения смежных наук: физиологии, генетики, микробиологии, химии, физики, биологии. Познавание роли эндокринных желез в физиологии организма открыла такие зоотехнические приемы, как кастрация животных, повышение плодовитости, стимулирование роста и продуктивности животных.

Научно-хозяйственный эксперимент придает зоотехнический характер общенаучным достижениям, он показывает, как должны измениться другие приемы в технологии, чтобы данные научные достижения показали свою хозяйственно-экономическую эффективность. Использование биологических консервантов при силосовании «ООО СБК -207» Саратов 6 руб. на 1 т силоса. Австрийская фирма «Шаума» предлагает биологический консервант 52 руб. на 1 т силоса. Исследование элементарных факторов в жизнедеятельности с.-х. животных. Выяснение уровня энергии, протеина, жира, углеводов, минеральных веществ и витаминов. Изучение способов содержания животных, фронт кормления, беззвучная (механизированная) уборка, раздача кормов, водопоя из самопоилок или периодический водопой из общих корыт, интенсивность обмена воздуха в помещении, величина группы животных.

Выяснение элементарных факторов в жизнедеятельности является важнейшей предпосылкой в развитии зоотехнической науки.

Основные методические требования при проведении эксперимента.

1. Проведение эксперимента на стандартном жизненном уровне (энергия, протеин, жир, витамины, микроэлементы).

2. Тщательный подбор животных в опытные группы. Группы должны быть максимально уравнены по наследственным качествам животных.

В скотоводстве идеальным материалом могут служить однойцевые двойни. Помесные животные менее желательны. В процессе научно-хозяйственного опыта исследуются взаимодействие факторов в пределах однородной группы, например, изменение потребности организма в отдельных аминокислотах в зависимости от общего уровня протеина. Для изучения взаимодействия факторов жизнедеятельности существует специальный метод факториального анализа, который дает возможность точнее и быстрее решать эти вопросы.

Исследование биохимически связанных факторов позволяет в максимально возможной степени выявить потенциальные возможности каждого из входящих в комплекс факторов в суммарных показателях здоровья, продуктивности животных, качества и экономичности получаемой при этом продукции. Интенсификация животноводства сопровождается в специализации и концентрации производства. Она связана с увеличением производительности труда. Исследование производственных процессов и операций. Зоотехнический процесс производства продуктов животноводства (молока, мяса, шерсти, яиц) делится на ряд операций, различных для

разных отраслей. Каждый из этих периодов характеризуется своим особым биологическим состоянием, определяющим его требования к кормлению, содержанию и уходу. Для каждого из этих периодов нужен особый технологический режим, который создают на промышленных комплексах.

Экономические моменты исследования приобретают большое значение и по существу являются определяющими. Например, телята до 6 мес. возраста должны давать среднесуточный прирост 900 г, в 7-12 мес. – 800 г, старше года 600-700 г. Уменьшение этих показателей не дает возможности получить молочную продуктивность свыше 5000 кг молока в год. Поросята, имеющие к 2-х мес. возрасту массу менее 16 кг не ставятся на откорм.

Для определения экономичности технологических систем производства учитывают следующие затраты: затраты на формирование стада; затраты на кормовые средства; затраты связанные с введением технологической системой производства; расходы на обслуживание технологического процесса; затраты на технические орудия производства.

### **Вопросы для самоконтроля**

- 1) Эксперимент как метод исследования.
- 2) Исследование элементарных факторов жизнедеятельности с.-х. животных.
- 3) Исследование производственных процессов и операций.
- 4) Технологические системы производства и их исследование.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

#### *Основная*

1. **Соколов, Э.М.** Информационные технологии в безопасности жизнедеятельности: Учебник для вузов / Э.М. Соколов, В.М. Панарин, Н.В. Воронцова. – М.: Машиностроение, 2006. -238 с.
2. **Коробов, А. П.** Методика опытного дела в животноводстве: Методические указания и рабочая тетрадь / А. П. Коробов, Л. А. Сивохина, Ю. А. Кутузов. - Саратов, 2008.
3. **Фаронов, В.В.** Система программирования Delphi./ В. В. Фаронов. – СПб: БХВ-Петербург, 2006. – 912 с.

#### *Дополнительная*

1. **Викторов, П. И.** Методика опытного дела в животноводстве / П. И. Викторов: учебное пособие для слушателей ФПК. - Краснодар, СХИ, 1997.
2. **Меркурьева, Е. Н.** Биометрия в селекции и генетике с.-х. животных / Е. Н. Меркурьева. - М.: Колос, 1970.
3. **Плохинский, Н. А.** Биометрия / Н. А. Плохинский. - М.: Изд. МГУ, 1970.
4. **Викторов, П. И.,** Менькин В. К. Методика и организация зоотехнических опытов / П. И. Викторов, В. К. Менькин. - М.: Агпропромиздат, 1991.
5. **Овсянников, И. И.** Основы опытного дела в животноводстве / И. И. Овсянников. - М.: Колос, 2001.
6. **Трифонова, М. Ф.** Основы научных исследований / М. Ф. Трифонова, П. М. Заика, и др. - М.: Колос, 1993.

## Лекция 4

### ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ И ПРИЕМЫ ПОСТАНОВКИ ЗООТЕХНИЧЕСКИХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

В организации эксперимента центральное место принадлежит методике исследования.

Методика разрабатывается для каждого опыта в отдельности, обсуждаются на заседаниях ученых советов, утверждаются руководителем научного учреждения.

Без утверждения методики исследования не разрешается приступать к методике проведения эксперимента. В зоотехнической науке выработанные главные методические приемы, использование которых обеспечивает получение достоверных данных по изучаемому вопросу.

В результате теоретических исследований и практического опыта ведения экспериментальных работ в зоотехнической науке выработаны главные методические приемы, использование которых обеспечивает получение достоверных данных по изучаемым вопросам.

В простых зоотехнических опытах изучается:

1. Действие различных факторов условий жизни на животных определенной породы и конституции

(различная норма ввода аспарагинатов, разные виды зерна в составе комбикорма);

2. Действие наследственно-конституциональных факторов на использование организмом определенного комплекса условий внешней среды

(переваримость кормов животными разных пород).

В первом случае главный методический принцип - опытные группы животных по наследственным особенностям максимально сходны, а изучаемые факторы различны.

Во втором случае наоборот животные отличаются по породе и типу конституции, а условия внешней среды (кормление, содержание) максимально одинаковы.

В сложных зоотехнических экспериментах возможно одновременное изучение наследственно-конституциональных факторов, так и факторов внешней среды.

Методика конкретного опыта обычно базируется а использовании нескольких взаимно дополняющих методов исследования или наблюдения, одни из которых избираются как главные, а другие как дополнительные, или вспомогательные, позволяющие выявить важную для исследователя какую-то отдельную сторону изучаемого явления. Зоотехнические эксперименты обычно оснащаются биохимическими исследованиями крови, определением переваримости кормов, изучением состава микрофлоры преджелудков, что дает возможность определить ближайшие причины явления, сделать более аргументированные выводы и наметить пути дальнейших исследований.

Из физиологических и биохимических приемов чаще всего зоотехнические исследования дополняются изучением переваримости питательных веществ корма, обмена веществ (балансовые, респирационные опыты), применением хирургических приемов в зоотехнии (фистулы, мостики, изолированные части желудочно-кишечного тракта и т. д.), а также видового состава микрофлоры и фауны (например, при различных режимах кормления), ее целлюлозолитической активности и т. д. При вспомогательных генетических исследованиях используются генеалогический, гибридологический, цитологический и цитохимический методы и др. Очень часто применяют морфологические исследования (метод зоотехнического разуба,

сравнительно-анатомический, гистологический и т. д.), что особенно эффективно в зоотехнических исследованиях в области мясного животноводства. В упомянутых целях используются и некоторые другие методы (например, постановка экспериментов в варьирующих климатических условиях, что достигается в специальных климатических камерах, использование камер условных рефлексов и т. д.).

Факториальные опыты по изучению отдельных составных частей рациона, поставленные на натуральных кормовых средствах, могут сопровождаться аналогичными исследованиями на синтетических диетах (чистые питательные вещества и аксессуарные факторы питания).

Следует отметить, что экономический анализ результатов и математические приемы обработки опытных данных вошли в качестве полноценной составной части зоотехнического метода исследования.

Наибольшие методические трудности при постановке опытов связаны с устранением наследственных различий между животными входящие в подопытные группы.

Причина такого внимания к наследственным различиям при проведении опытов состоит в том, что животные с разной наследственностью имеют различную норму реакции на воздействие одних и тех же факторов внешней среды. Если животные, взятые для эксперимента, наследственно разнородны и в одну группу случайно были подобраны особи с повышенной реакцией на изучаемый фактор, а и другую — с пониженной, то результаты такого эксперимента будут в значительной степени искажены.

Все методы постановки научно-хозяйственных опытов различаются между собой тем, как при том или ином методе удается уменьшить влияние наследственности на конечные результаты изучаемых показателей.

Животные разной наследственности характеризуются и относительно различными потребностями для производства единицы продукции. Одни из них лучше усваивают азотистые (протеины), а другие — безазотистые вещества (различные углеводы или жиры) корма. Экспериментально обнаружена даже неодинаковая потребность в аминокислотах, в частности в метионине. Этот факт свидетельствует о том, что селекцией можно существенно изменять особенности пищеварительных процессов и промежуточного обмена.

При контрольном откорме свиней различных пород, проведенном на Кехтнасской опытно-контрольной станции на стандартном рационе и при индивидуальном содержании животных, в кале оказалось различное количество неусвоенных питательных веществ. Из этого следует, что породы свиней по-разному переваривают питательные вещества корма. Различия обнаруживаются не только между породами, но порой между индивидуумами, входящими в одну и ту же породу.

Все методы научно-хозяйственных опытов построены на принципе сравнения, и элемент сравнения должен выступать, на сколько, это возможно «в чистом виде». В простых опытах опытную группу, как правило, надо использовать только для одного вопроса. В зависимости от того, на каком принципе организуется эксперимент и проводятся сравнения полученных данных, все методы постановки опытов делятся на две большие группы: принцип аналогичных групп; принцип групп-периодов.

**Принцип аналогичных групп.** Сюда входят методы обособленных групп (пар-аналогов и его высшего выражения — однойцовых двоен, сбалансированных групп, миниатюрного стада) и методы интегральных групп, представляющих собой соподчиненные построения для изучения факториальных комплексов (двухфакторный

комплекс, многофакторный комплекс). При использовании однойцовых двоен экспериментатор имеет дело с тождественной наследственностью, что позволяет ограничиться небольшим числом (единицы) животных в опытных группах. Разумеется, внутригрупповая наследственная изменчивость животных может быть не меньше, чем при комплектовании опытных групп животными, находящимися в других родственных отношениях.

В большинстве других (кроме однойцовых двоен) случаев экспериментальные группы животных имеют лишь в общем и целом сходную, но далеко не тождественную наследственность. Следовательно, здесь необходимо считаться с индивидуальными наследственными различиями в пределах пар-аналогов (или других аналогичных опытных групп), а следовательно, и с интеракцией генотип-среда.

**Принцип групп-периодов.** В генетическом отношении методы, построенные исходя из этого принципа, сочетают некоторые свойства подопытного материала однойцовых двоен (поскольку опыт ведется на одних и тех же животных, хотя в некоторой степени и изменяющихся с течением времени) и свойства аналогичных групп. Этот принцип наиболее богат конкретными методическими приложениями. Сюда относятся методы периодов и параллельных групп-периодов (однофакторный и многофакторный), методы обратного замещения (стандартный и без контрольной группы), повторного замещения (двукратный и многократный) и методы латинского квадрата (стандартный и по Лукасу). Применение того или иного метода определяется задачами, поставленными в исследовании на решение, а также наличием необходимых условий для проведения опытов на экспериментальной базе института или на производстве.

### Вопросы для самоконтроля

- 1) Схема научных и научно-хозяйственных опытов.
- 2) Роль наследственности.
- 3) На чем базируется методика конкретного опыта?

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

#### *Основная*

1. **Соколов, Э.М.** Информационные технологии в безопасности жизнедеятельности: Учебник для вузов / Э.М. Соколов, В.М. Панарин, Н.В. Воронцова. – М.: Машиностроение, 2006. -238 с.
2. **Коробов, А. П.** Методика опытного дела в животноводстве: Методические указания и рабочая тетрадь / А. П. Коробов, Л. А. Сивохина, Ю. А. Кутузов. - Саратов, 2008.
3. **Фаронов, В.В.** Система программирования Delphi./ В. В. Фаронов. – СПб: БХВ-Петербург, 2006. – 912 с.

#### *Дополнительная*

1. **Викторов, П. И.** Методика опытного дела в животноводстве / П. И. Викторов: учебное пособие для слушателей ФПК. - Краснодар, СХИ, 1997.
2. **Меркурьева, Е. Н.** Биометрия в селекции и генетике с.-х. животных / Е. Н. Меркурьева. - М.: Колос, 1970.
3. **Плохинский, Н. А.** Биометрия / Н. А. Плохинский. - М.: Изд. МГУ, 1970.
4. **Викторов, П. И.,** Менькин В. К. Методика и организация зоотехнических опытов / П. И.

## Лекция 5

### ПРИНЦИП АНАЛОГИЧНЫХ ГРУПП. МЕТОД ИНТЕГРАЛЬНЫХ ГРУПП

**Метод пар-аналогов** – это основной и наиболее универсальный метод зоотехнических исследований. При постановке опыта данным методом в простейшем случае, когда изучается только один фактор, формируют две аналогичные группы по качественным признакам. При подборе животных в группы учитывают породу, происхождение, пол и т.д.

Желательна наиболее консолидированная порода; животные в породном отношении должны быть типичными, без резких отклонений морфологического и физиологического характера. В группу лучше включать однойцевых двоен, или однопометных животных, или полубратьев по отцу, происходящих от сходных по качеству матерей, или других родственников (принадлежащих к одной линии или одному семейству и т.д.), или, наконец, не родственников между собой, но сходных между собой животных по типу телосложения и прочим свойствам. Учитывают также уровень продуктивности и другие качества родителей.

В аналоги можно зачислять только животных одного пола. Кроме того, аналоги подбираются по возрасту, уровню развития, конституции, здоровью и другим качествам. В некоторых случаях оказывается целесообразным подбор пар-аналогов с учетом предварительно проведенных биологических исследований (состав крови, газовый обмен и т. д.).

Максимальная аналогичность, в том числе по генотипу, подопытных групп, сходство предшествующих условий развития не только в смысле действия сходного комплекса факторов на формирующихся животных, но и сохранности их действия на развивающийся, а следовательно, и изменяющий свои реактивные способности организм, а также парный характер подбора составляющих их животных (делающий опыт как бы состоящим из многократных повторений) являются важнейшими требованиями этого метода, почему его называют иногда еще парным методом.

Сформированные две группы животных по принципу пар-аналогов проверяют по среднегрупповым показателям, затем путем жеребьевки одну из них используют как опытную, а другую — в качестве контрольной группы. Специальное, преднамеренное формирование группы опытной и группы контрольной как неравноценных является тягчайшим преступлением в опытном деле, ибо делающий это сознательно вводит себя и других в заблуждение.

В схеме проведения опыта методом пар-аналогов имеются три периода: уравнительный (предварительный), переходный и главный (учетный).

Опыт организованный по данному принципу выглядит следующим образом, контрольная группа получает основной комплекс факторов кормления и содержания (ОК) и находится в течение уравнительного, переходного и главного опытного периодов в одинаковых условиях жизни. А опытную группу, начиная с переходного периода, постепенно вводят дополнительно изучаемый фактор (А) сверх основного комплекса или вместо содержащегося в основном комплексе (ОК ± А).

Если в опыте ставится задача сравнительно изучить действие не одного, а двух, трех, четырех или большего числа факторов, то для каждого дополнительно изучаемого фактора на тех же принципах формируется аналогичная группа подопытных животных.

В уравнительный период ставится задача — проверить аналогичность состава подобранных опытных и контрольной групп и пар-аналогов. Животных всех групп

кормят одинаково и содержат в одних и тех же условиях. Длительность этого периода зависит от изучаемых факторов, но обычно продолжается не менее двух недель. На длительность предварительного периода оказывают влияние условия предшествующего кормления и содержания (чем они были более различными, тем относительно более длительным должен быть предварительный период); физиологическое состояние животных, в частности наличие в их организме резервов различных, особенно биологически активных, веществ, которые могут оказывать на животных большое влияние в течение длительных отрезков времени, то есть уже в учетный период опыта.

На основе данных, полученных в этот период опыта, в случае необходимости экспериментатор принимает дополнительные меры по уравниванию групп, в частности тщательно проверяет состояние здоровья животных, способность их к продуктивности (привесы, удои и т. д.), реакцию на отдельные неконтролируемые факторы внешней среды. В этот период возможна перестановка из группы и группу аналогичных животных или даже замена отдельных животных в случае, если будет выявлено, что они больны или по какой-то другой причине непригодны для использования в качестве подопытного материала.

Особенно тщательно необходимо проверить состояние здоровья животных, наличие в их теле латентных инфекций и пораженность глистами. Инфекции и глистные инвазии могут оказывать настолько большое влияние на рост и использование кормов животными, что действие исследуемых факторов кормления, содержания или наследственности может не получить необходимого выявления. Опыты последнего времени с так называемыми стерильными поросятами, а также исследования по влиянию на привесы и оплату корма пораженности глистами показали, что хронически протекающие инфекции и инвазии могут быть причиной снижения роста на 30 — 40 %, и в то время как в опытах по кормлению и содержанию различия редко достигают 20 — 25 %.

Получение стерильного приплода для опытной работы оказалось делом первостепенной важности. А пока производство стерильных животных для использования их в опытной работе не налажено, следует принимать еще до постановки животных на опыт необходимые оздоровительные меры. В уравнивательный период опыта надо по крайней мере в течение недели ежедневно 2—3 раза в день измерять температуру, а также учитывать удары пульса и количество дыханий в минуту.

В переходный период, который обычно продолжается не менее недели, ставится задача — добиться постепенного приспособления животного к условиям опытного режима кормления или содержания и при этом избежать стрессового состояния организма, возникающего под влиянием перенапряжения нейрогуморальной системы животного (нередко возникающего под влиянием резкого изменения факторов условий жизни), а также создать условия взаимного привыкания животных в группе после возможной их перестановки в конце предварительного периода опыта. Известно, что драки животных являются частыми причинами стрессового состояния организма.

В этот период перестановка подопытных животных из группы в группу, как и замена их, не допускается; учет проводится отдельно и, как правило, не включается в соответствующие материалы основного периода опыта. Следует отметить, что наличие переходного периода не обязательно, если в предварительный период в перестановке животных в группах не было необходимости, а введение режима кормления или содержания не требует от животных больших приспособительных перестроек.

И учетный, или г л а в н ы й, период какие-либо перестановки животных из группы в группу не допускаются. Выбытия животных из опытных групп возможны только как следствие несчастного случая.

**Метод пар-аналогов.** Изучается только один фактор при формировании двух аналогичных групп. Допуски при формировании групп в научно-хозяйственных опытах по свиноводству (метод пар-аналогов)

Метод пар-аналогов, применяемый во многих модификациях, наиболее широко используется в опытной работе по животноводству. Он позволяет сравнительно изучать факторы весьма различной природы (наследственные, конституциональные, факторы кормления, содержания, необычайные физические и химические воздействия и т. д.) в динамике развивающегося организма или в процессе естественного изменения биологического цикла животного (беременность, лактация и т. д.). Он имеет преимущество перед другими методами также во всех тех случаях, когда необходимы исследования длительного характера. Вместе с тем этот метод имеет и недостатки. Они заключаются прежде всего в том, что оценка изучаемых факторов проводится на разных, хотя и сходных животных. Аналогичные группы лишь в какой-то степени имеют близкие качества, полной идентичности никогда не удается достичь. Кроме того, этот метод требует большого числа подопытных животных, что осложняет проведение опыта и удорожает научные исследования.

**Парный метод на однойцевых двойнях.** Для проведения опыта методом пар-аналогов наиболее подходят однойцевые двойни. Использование их существенно повышает точность выводов и позволяет снизить затраты на постановку экспериментов. Вследствие большой специфичности подопытного материала — однойцевых двоен — этот прием выделяется в настоящее время в качестве самостоятельного метода зоотехнических исследований.

**Метод сбалансированных групп-аналогов.** Крупные и хорошо организованные экспериментальные хозяйства имеют возможность строить опыты по методу пар-аналогов и вести одновременно несколько опытов. Но нередко бывает и так, что для проведения опыта методом пар-аналогов нет достаточных данных о животных, например неизвестны происхождение и предшествующие условия жизни или нет необходимого числа животных, сходных по происхождению и другим особенностям, которых можно было бы на достаточных основаниях расставить парами-аналогами по схеме опыта. Конечно, неполная информация о подопытных животных делает эксперимент вообще менее надежным, если не принимаются специальные «компенсаторные» меры. Во всех таких случаях постановка опыта идет зоотехническим методом сбалансированных групп-аналогов.

Для построения опыта этим методом число животных должно быть примерно в 1 1/2—2 раза больше, чем необходимо для постановки опыта методом пар-аналогов. Группа должна быть более или менее выравненной по качеству составляющих ее животных. Распределение индивидуумов по группам осуществляют произвольно. Индивидуум в одной группе не имеет определенного и фиксированного отношения к индивидууму в другой (или в других, если опыт со многими группами) группе. При этом методе соблюдается лишь аналогичность групп через исходные средние показатели по группам в целом (живой вес, возраст, физиологическое состояние и т. д.). Аналогичность групп определяется в основном их фенотипическими качествами. Генотипические различия «нейтрализуются» увеличенной численностью животных в группах и случайным характером их распределения.

Для осуществления такого случайного распределения выписывают номера отобранных для опыта животных на карточки, тщательно перемешивают их, а затем в случайном порядке переписывают номера в один столбец. После этого, начиная с какого-нибудь среднерасположенного номера, соседний с ним сверху номер ставят в одну формируемую группу, а соседний снизу — в другую, и так далее, пока не будут расставлены номера всех отобранных для опыта животных. Распределение животных по группам можно сделать и путем жеребьевки. Отсутствие преднамеренности в распределении животных — категорическое условие правильного комплектования групп.

Только после окончания этих операций выписывают качества животных, которые соответствуют случайно распределившимся номерам, и высчитывают средние показатели для групп. Если в каждую группу подбирается значительное количество животных (например, 25—30 голов), а отобранные животные несильно различались по основным показателям, то средние показатели по группе обычно удовлетворительно слагаются на основе случайного распределения. В группах с небольшим числом животных при таком случайном (рэндомизированном) распределении иногда средние показатели различаются более чем на 5%. В таком случае средние показатели балансируют перестановкой одной-двух пар животных, хотя принцип рэндомизации в формировании групп при этом частично нарушается. В зоотехническом отношении группы считаются сформированными удовлетворительно, если  $(M-M_1) < 5\%$ .

Метод сбалансированных групп-аналогов больше подходит для постановки опытов на взрослых животных, поскольку фенотипические качества их в период опыта остаются более или менее стабильными. Молодняк же при разных (слабо учитываемых этим методом) генотипических качествах к концу опыта может получить новые свойства не только благодаря изучаемым факторам, но и вследствие первоначальных неучтенных генотипических различий. Общая схема организации опыта остается прежней.

Обработку данных опытов, поставленных методом сбалансированных групп, осуществляют корреляционным методом или методом дисперсионного анализа. Применение дифференциального метода (метода парных разниц) здесь уже невозможно.

**Метод министад.** Для проведения длительных опытов по кормлению и содержанию животных А. П. Дмитроченко, И. Я. Гуревич Ю. К. Олль предложили метод министада (1958, 1965). Сущность его заключается в том, что для изучения какого-либо вопроса формируют большую группу животных, которую выделяют в производственную единицу. Состав этой группы коров должен быть копией стада, на котором ведутся исследования. При этом учитывают уровень продуктивности, возраст, живой вес, породу и другие существенные показатели, характеризующие стадо.

Отбор животных в министадо ведется рэндомизированно с последующим контролем для средних показателей. Сформированное министадо является опытной группой, контролем для нее служит общее стадо фермы или хозяйства. Разумеется, в большом хозяйстве возможно формирование не одного а нескольких министад. Совершенно очевидно, что при этом методе не может выставляться требование к внутренней однородности группы, поскольку структура ее определяется структурой стада целом.

Относительная разнородность министада дает возможность в условиях, приближенных к производству, наблюдать, каким образом изучаемый фактор влияет на различные возрастные, продуктивные и т. д. группы животных в пределах министада. Для точно определения этого влияния необходимо введение индивидуального учета

кормов, продуктивности и изменения различных физиологических и биологических показателей.

Метод министада особенно пригоден для изучения технологий. Он с успехом может применяться также для изучения генетических факторов продуктивности (порода, породность, происхождение и т. д.). В этом случае уравниваются все условия жизни животных, а различия между министадом и общим стадом носят лишь генетический характер.

Общая организация опыта по методу министада существенно не отличается от группового метода. Обработку результатов исследований можно проводить традиционными методами вариационной статистики.

Опыты с применением факториального анализа ставят своей задачей получить максимально возможную детализированную информацию по изучаемой проблеме. При этом одновременно изучается действие нескольких факторов или их уровней, а также их взаимодействие. Известно, что действие условий питания, как и условий содержания, непостоянно. Оно во многом зависит от наличия или отсутствия, избытка или недостатка некоторых других жизненно необходимых животному факторов внешней среды. Кроме того, и породно-конституциональные особенности оказывают огромное влияние на способность животных в той или иной мере использовать факторы кормления и содержания или проявить устойчивость к их временному неблагоприятному действию.

Метод интегральных групп позволяет анализировать действия комплекса факторов на физиологическое состояние и продуктивность животных. При этом каждый фактор анализируется на фоне наличия градуально изменяющихся других факторов. Он дает возможность выделить существенные совместные действия факторов или, наоборот, угнетение (репрессию) одного фактора другим. Таким образом, такой эксперимент позволяет изучить не только факторы сами по себе, но и условия эффективного действия их.

Многосторонний анализ опыта отражает эти множественные зависимости явлений жизни и продуктивности животных, зависимости, которые в действительности наблюдаются в природе. Но для вскрытия их необходимо специальное построение плана опытов.

**Двухфакторные комплексы.** Простейшая форма построения опыта, когда изучается только два фактора и в двух градациях. Проводят опыты для изучения всех возможных комбинаций двух факторов, варьирующих на двух уровнях, необходимо поставить опыт, состоящий из четырех подопытных групп. Допустим, ставится задача — изучить действие на среднесуточные привесы животных двух факторов: содержания протеина и содержания жира и рациона. С этой целью каждый из факторов планируется на двух уровнях: высоком и низком (на 10% выше и на 10% ниже существующих зоотехнических норм). Тогда схема построения опыта может быть построена следующим образом. В результате будем иметь четыре опытные группы:

- 1 группа - низкое содержание протеина и высокое содержание жира;
- 2 группа - низкое содержание протеина и низкое содержание жира;
- 3 группа - высокое содержание протеина и высокое содержание жира;
- 4 группа - высокое содержание протеина и низкое содержание жира.

Подбор животных для всех четырех групп осуществляют рандомизированно с использованием выравненного по качеству материала. Здесь также необходимы предварительный и переходный периоды опыта.

**Многофакторные комплексы.** В практике исследовательской работы нередко появляется необходимость изучения эффективности сочетания нескольких факторов при разных их уровнях. В таком случае мы имеем дело со сложным факториальным анализом.

Для изучения действия трех факторов необходимо поставить комплексный опыт с восемью группами для того, чтобы исчерпать все возможные комбинации сочетания трех факторов, варьирующих на двух уровнях ( $2^3$ ).

Недостаток полных факториальных экспериментов — большое число опытных групп, для комплектования которых не всегда имеется необходимый подопытный материал (животные). Размещение и обслуживание таких громоздких опытов (особенно когда изучается более трех факторов) весьма затруднительны.

Но в практике исследовательской работы не всегда возникает необходимость постановки полных факториальных экспериментов. Иногда бывает вполне достаточно вести планирование опыта на основе полуреплик от полного факториального эксперимента, при этом число опытных групп сокращается вдвое.

И первой полуреплике каждый изучаемый фактор в трех опытных группах один раз находится на верхнем уровне. Следовательно, два других фактора в это время находятся на нижнем уровне. Только в четвертой группе все три изучаемых фактора находятся на верхнем уровне.

Таким образом, в первой полуреплике повышенный уровень одного из трех факторов изучается на фоне нижнего уровня двух других. Из этого нередко вполне достаточно. Например, ставится задача — выяснить, не следует ли увеличить норму факторов на фоне существующих норм (принимаемых за нижний уровень), когда физиологический анализ или прежние опыты позволяют считать, что совместных эффектов этих факторов или вовсе не может быть, или они настолько незначительны, что принимать их во внимание не следует. Во всех таких случаях нет нужды ставить полный факториальный эксперимент. Здесь можно получить всю необходимую информацию, спланировав опыт по типу полуреплики.

В том случае, когда физиологический анализ или прежние опыты указывают на возможность совместных эффектов факторов, тогда необходимо планировать опыт по типу второй полуреплики. Так, в опыте, построенном по плану второй полуреплики полного трехфакториального эксперимента, изучаются совместные эффекты действия факторов на фоне контрольной группы, где все три фактора находятся на нижнем уровне. Если совместить первую и вторую полуреплики (то есть две половины), то получим полный факториальный эксперимент.

Но, разумеется, возможно и частичное пополнение плана одной полуреплики за счет отдельных строк (дополнительных опытных групп) второй. Так, например, планируя опыт по второй полуреплике, нередко может оказаться желательным пополнение его последней строкой (*abc*) из первой полуреплики, что дает возможность получить дополнительную информацию о совместном тройном эффекте факторов.

Однако возможны и более сложные формы организации факториальных опытов.

В факториальных опытах каждое подопытное животное несет гораздо большую информацию, чем в экспериментах, поставленных традиционными методами. При этом создается возможность выявить влияние некоторых варьирующих показателей животных внутри опытных групп (например, различий в начальном весе) на конечные результаты, что позволяет существенно уточнить полученные выводы. В качестве примера приведем разбор одного опыта по свиноводству. Для опыта было отобрано 48 голов молодняка свиней. Было сформировано три группы, в каждую из них входило 16

голов. Группы были уравнены по происхождению, полу, возрасту, живому весу и прочим показателям в максимально возможной степени. В каждой группе были животные от двух производителей, а разница по возрасту в группе составляла 15 дней. В каждой группе было 50% свинок и 50% хрячков. Содержали и кормили их в индивидуальных станках.

Изучали три различных рациона, оценивали их по среднесуточным привесам свиней. Рационы довольно четко различаются между собою по их действию на привесы свиней. В I группе привесы свиней составляли 1,15 фунта в сутки, во второй—1,25 и в третьей—1,33. Стандартные отклонения и коэффициенты вариации привесов по группам были сравнительно небольшими, причем уровень варьирования показателей между группами был практически одинаковым. Но в опытных группах были хрячки и свинки. Одинаково ли они реагировали на различные рационы?

Поскольку кормление и учет потребленных кормов были в опыте индивидуальными, а в группах — одинаковое количество хрячков и свинок, есть возможность представить цифровые данные опыта в другой группировке с учетом влияния пола. Анализ данных показывает, что в данном случае на все три изучаемых рациона свинки и хрячки реагировали однотипно. Но при использовании всех рационов хрячки росли интенсивнее, чем свинки (1,27 против 1,21 фунта). Однако уровень этой реакции по опытным группам свиней был у хрячков и свинок различным. Если на первом рационе среднесуточный привес у хрячков был выше, чем свинок, на 0,04, на втором рационе — на 0,05, то на третьем рационе эти различия достигли 0,08 фунта, то есть в 2 раза больше, чем на первом рационе. Эти различия равны таковым между II и III группами при оценке по 16 головам (хрячков и свинок, вместе взятых).

Также можно осуществить еще более детальную группировку опытных данных. Так как в группах подопытных животных были поросята относительно различного возраста, то возникает вопрос, какое влияние на конечные показатели опыта мог иметь начальный возраст животных? Как влияло на конечные показатели различное происхождение подопытных животных? Анализ данных, показывает, что начальный возраст оказывал влияние на конечный вес животных, но сравнительно небольшое: среднесуточный привес более молодых поросят был равен 1,22 фунта, а поросят старшего возраста — 1,27. Гораздо более сильное влияние оказывало происхождение (хряк-отец подопытных животных). Так, среднесуточный привес потомства хряка А составлял 1,19, в то время как у потомства хряка В — 1,30 фунта.

Таким образом, методы сложного факториального анализа позволяют довольно детально разобраться в генезисе тех конкретных показателей, которые мы получаем в конце эксперимента.

При изучении четырех переменных, варьирующих на двух уровнях, схема сильно усложняется. Для того чтобы исчерпать все возможные комбинации сочетания четырех факторов при двух уровнях варьирования, необходимо поставить комплексный эксперимент с 16 группами. Поэтому здесь еще в большей степени необходим предварительный анализ того, нет ли возможности ограничиться полуреplikой от полного факториального эксперимента.

Приемы сложного факториального анализа дают экспериментатору богатый материал для выводов биологического и технического характера. Применением этого метода достигается значительное ускорение процесса научного исследования в зоотехнии и повышение производительности труда научного и научно-вспомогательного персонала, так как в одном опыте на основе единой методики по существу объединяется несколько научно-хозяйственных опытов, всесторонне

освещающих исследуемую проблему. Вместе с тем постановка опытов по методу сложного факториального анализа требует: наличия большого и удовлетворительного в зооигиеническом отношении помещения, большого числа (иногда сотен) одновозрастных и достаточно сходных по основным качествам животных, запаса значительных количеств однородного по качеству корма, высокой квалификации технического и обслуживающего персонала.

Метод сложного факториального анализа широко используется в опытах по птицеводству, где благодаря многоплодию птицы легче осуществить подбор многочисленных аналогов, разместить их в выравненных зооигиенических условиях и обеспечить необходимый уход.

Он довольно широко применяется также в свиноводстве, но в менее сложных формах; возможно его использование и в других отраслях животноводства. При этом необходимо очень внимательно размещать подгруппы животных. Плохая вентиляция, сырость, частые переохлаждения животных в зимнее время в результате открывания дверей могут оказать на подопытных животных более сильное влияние, чем изучаемый в опыте фактор, и нарушить ожидаемую закономерность изменения. Обработка данных факториальных опытов производится обычно методами дисперсионного или регрессионного анализа.

### **Вопросы для самоконтроля**

- 1) Классификация методов, зоотехнических экспериментов.
- 2) Схемы научно-хозяйственных опытов по принципу аналогичных групп.
- 3) Дать характеристику метода пар-аналогов.
- 4) Дать характеристику парному методу на однойцовых двойнях.
- 5) Дать характеристику методу сбалансированных групп-аналогов
- 6) Дать характеристику методу многофакторному комплексу.
- 7) При организации опыта, какая роль отводится полуреплике.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

#### *Основная*

1. **Соколов, Э.М.** Информационные технологии в безопасности жизнедеятельности: Учебник для вузов / Э.М. Соколов, В.М. Панарин, Н.В. Воронцова. – М.: Машиностроение, 2006. -238 с.
2. **Коробов, А. П.** Методика опытного дела в животноводстве: Методические указания и рабочая тетрадь / А. П. Коробов, Л. А. Сивохина, Ю. А. Кугузов. - Саратов, 2008.
3. **Фаронов, В.В.** Система программирования Delphi./ В. В. Фаронов. – СПб: БХВ-Петербург, 2006. – 912 с.

#### *Дополнительная*

1. **Викторов, П. И.** Методика опытного дела в животноводстве / П. И. Викторов: учебное пособие для слушателей ФПК. – Краснодар, СХИ, 1997.
2. **Овсянников, И. И.** Основы опытного дела в животноводстве / И. И. Овсянников. – М.: Колос, 2001.
3. **Трифонова, М. Ф.** Основы научных исследований / М. Ф. Трифонова, П. М. Заика, и др. – М.: Колос, 1993.

## Лекция 6

### МЕТОД ПЕРИОДОВ И ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ГРУПП ПЕРИОДОВ

Схемы научно-хозяйственных опытов по принципу групп-периодов. В простейшем случае, когда изучается действие одного фактора, опыт ставится только на одной группе животных, которых в предварительный период проверяют по состоянию здоровья, реактивности на внешние условия и уровню продуктивности. Животных не пригодных для этих целей (больных в хронической форме инвазионными заболеваниями, драчливых, нарушающих нормальное питание или отдых подопытной группы и т. д.), удаляют и заменяют. Если в это время животные находятся на хозяйственном рационе, то по правилам переходного периода их переводят на основной опытный рацион, после чего всякое изменение состава подопытной группы уже недопустимо.

В первый опытный период животные находятся на основном комплексе — ОР (в опытах по кормлению — на основном рационе); во втором (главном) опытном периоде в зависимости от конкретного плана эксперимента вводится изучаемый фактор (А) сверх основного комплекса или вместо какой-то его части или, наконец, исключается из основного комплекса (если он в него входил).

В контрольный (заключительный) период опыта устанавливается, действительно ли изменения продуктивности, роста, состояния здоровья и т. д. в главный опытный период определяются действием изучаемого фактора, а не случайным стечением обстоятельств. Таким образом, наличие контрольного (заключительного) периода — непременное условие постановки опытов по этому методу (без чего не может быть полной уверенности в достоверности результатов опыта), что, следует отметить, в работе многих научных учреждений нередко нарушается.

Минимальная длительность предварительного периода — 15 суток; первый опытный период продолжается минимум 25—30 суток, второй — 30—60 и заключительный (контрольный)—25—30 суток. Этот метод применяется главным образом в молочном животноводстве в опытах на лактирующих коровах. Поскольку здесь исследования ведутся на одних и тех же животных (без контрольной группы), он в значительной степени свободен от вышеприведенных недостатков группового метода, но применимость его относительно ограничена, так как на результаты исследования существенно может влиять изменение погодных условий, а также физиологического состояния подопытных животных, неизбежно происходящее в ходе опыта (возрастные изменения, изменения, связанные с фазами цикла размножения, лактации и т. д.).

В связи с этим метод периодов обычно используется для кратковременных, чаще всего опытов по кормлению сельскохозяйственных животных.

Метод параллельных групп - периодов применяется в том случае, когда сравнительно изучается несколько факторов (добавки в рацион сахарной и кормовой свеклы). Здесь возможна независимая оценка факторов опыта (сахарная свекла, кормовая свекла), добавляемых в определенном проценте по питательности вместо основного рациона (разумеется, при сбалансированности по отдельным питательным веществам и аксессуарным элементам питания), но возможно и сравнение их относительной эффективности, если опытные группы были достаточно аналогичными.

Этот метод сочетает в себе как недостатки, так и положительные качества обоих основных методов (группового и периодического). В настоящее время его используют

сравнительно редко, главным образом для постановки краткосрочных опытов по кормлению сельскохозяйственных животных.

**Метод групп-периодов с обратным замещением** (метод проф. Е. А. Богданова) как бы объединяет методические основы выше изложенных методов.

При этом методе происходит сравнение изучаемых показателей в двух направлениях: между группами животных и между периодами опыта (первый и второй), что при прочих равных условиях обеспечивает получение наиболее достоверных результатов. Правила подбора групп-аналогов остаются такими же, как и при чисто групповом методе. Применяют этот метод в зоотехнических опытах главным образом на взрослых животных.

#### Метод групп-периодов с обратным замещением

Группа	Назначен.период	Уравнит.период	Переходный период	Опытный период Перв.Втор.
1	контрольный	О.Р.	О.Р.	О.Р. О.Р.
2	опытный	О.Р.	Постепенный переход на режим опыта	О.Р.+А О.Р.+Б
3	_____	О.Р.		О.Р.+В О.Р.+А
		15 суток	7-10 суток	30-60 суток

Иногда опыты ставят по методу групп-периодов с обратным замещением без контрольной группы. При этом необходимо вводить дополнительный контрольный (заключительный) период.

Применение этого метода возможно в том случае, если физиологическое состояние животных, а также существенные факторы условий жизни могут оставаться сходными на протяжении относительно более длительного отрезка времени (примерно в течение 1-2 месяцев).

#### Вопросы для самоконтроля

- 1) Дать характеристику двухфакторному комплексу.
- 2) Дать характеристику методу многофакторному комплексу.
- 3) При организации опыта какая роль отводится полуреплике?

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

##### Основная

1. **Соколов, Э.М.** Информационные технологии в безопасности жизнедеятельности: Учебник для вузов / Э.М. Соколов, В.М. Панарин, Н.В. Воронцова. – М.: Машиностроение, 2006. -238 с.
2. **Коробов, А. П.** Методика опытного дела в животноводстве: Методические указания и рабочая тетрадь / А. П. Коробов, Л. А. Сивохина, Ю. А. Кутузов. - Саратов, 2008.
3. **Фаронов, В.В.** Система программирования Delphi./ В. В. Фаронов. – СПб: БХВ-Петербург, 2006. – 912 с.

##### Дополнительная

1. **Викторов, П. И.** Методика опытного дела в животноводстве / П. И. Викторов: учебное пособие для слушателей ФПК. – Краснодар, СХИ, 1997.
2. **Меркурьева, Е. Н.** Биометрия в селекции и генетике с.-х. животных / Е. Н. Меркурьева. – М.: Колос, 1970.

## Лекция 7

### МЕТОД ПОВТОРНОГО ЗАМЕЩЕНИЯ И МЕТОД ЛАТИНСКОГО КВАДРАТА

Метод многократного замещения сочетает достоинства группового метода и метода периодов и позволяет вести многократное сравнение в разных направлениях.

Вследствие различных погрешностей, наблюдающихся при постановке научно-хозяйственных опытов методом групп и методом периодов, как правило, для полной уверенности в результатах эксперимента возникает необходимость в повторной постановке этого же опыта. Только при совпадении результатов первого и второго эксперимента можно считать, что опыт удался, а его результаты могут быть положены в основу соответствующих рекомендаций для производства. Но повторное проведение опыта требует значительного времени, сил и материальных средств (животных необходимого качества, соответствующих кормов и т. д.).

Проф. С. С. Еленевским и В. Н. Козаковым (1958) предложен метод многократного замещения, названный ими комбинированным, который сочетает достоинства группового метода и метода периодов и позволяет вести многократное сравнение в разных направлениях. Метод разработан применительно к постановке опытов по кормлению на лактирующих коровах.

Суть этого метода заключается в следующем. Формируют три опытные группы животных (по пять голов в каждой). Животных отбирают с учетом породы, возраста, веса, телосложения, времени отела, даты осеменения и молочной продуктивности (данные берут за 1—2 года и отдельно за последнюю лактацию к моменту постановки опыта). Животные должны быть однородными по содержанию жира в молоке, упитанности, состоянию здоровья и типу нервной деятельности. Если невозможно по каким-либо причинам подобрать 15 однородных коров, то подбор ведут тройками по признакам индивидуального сходства (по принципу аналогов) и из каждой тройки в опытную группу ставят по одному животному. Одну из групп делают контрольной, а две других — опытными.

Общая продолжительность эксперимента планируется 160 дней, из них 120 дней составляет главный учетный период, 20 — подготовительный и 20 — заключительный. Опыт желательно располагать во времени по сезонам года: летний примерно с 15 мая по 25 октября и зимний с 10 ноября по 10 апреля.

В течение предварительного периода проверяют правильность подбора групп, животным скармливают одинаковые рационы с включением в них и изучаемых компонентов. От групп ожидают в среднем одинаковые суточные удои. Заключительный период необходим для того, чтобы удостовериться в сохраненной сравнимости групп — в равенстве удоев подопытных животных при переводе их на одинаковые рационы предварительного периода. Главный опытный период делится на шесть подпериодов, продолжительность каждого 20 дней, причем только последние 10 дней представляют собой учетную часть каждого подпериода. Животные контрольной группы на протяжении всего периода опыта получают одинаковые рационы, то есть те, которые использовались в предварительный период для всех групп опыта.

И качестве примера приводим схему опыта на тему: «Сахарная п кормовом свекла при кормлении коров».

В главном опытном периоде можно сравнивать:

1) первую и вторую опытные группы по соответствующим под- периодам с контрольной группой по показателям продуктивности и физиологического состояния. Каждый рацион будет сравнен 3 раза, и всего по двум группам — 6 раз. Такое сравнение возможно в том случае, если группы по удоям не будут резко различаться в заключительном периоде;

2) опытные группы между собою в каждый подпериод. Это сравнение методически правомерно, если группы в заключительный период сохраняют одинаковую продуктивность. Всего возможно шесть сравнений;

3) по сумме удоев опытных групп с одним и соответственно с другим кормом за два смежных периода, то есть удои I группы в первый подпериод (корм — сахарная свекла) плюс удои коров II группы за второй подпериод (корм — сахарная свекла) сравнивают с суммой удоев I группы за второй период (корм — кормовая свекла) и II группы за первый подпериод (корм — кормовая свекла). Всего таких сравнений может быть пять;

4) общую сумму удоев всех подопытных коров за весь период опыта по подпериодам с сахарной свеклой и по подпериодам с кормовой свеклой. Здесь возможно только одно сравнение;

5) два смежных подпериода по каждой опытной группе, в одном из которых коровы получали сахарную, а в другом — кормовую свеклу, Это сравнение возможно, если изменение удоев по ходу опыта незначительное, что можно видеть по соответствующим показателям удоя контрольной группы коров;

6) фактический удои с теоретическим, вычисленным по показателям двух смежных подпериодов. Таких сравнений возможно восемь, а общее число сравнений при наличии шести подпериодов в главном периоде опыта равно 36.

Конечно, не всегда возникает необходимость иметь шесть периодов в главном опытном периоде. В зависимости от целей опыта их может быть 5, 4, 3 или 2. Соответственно изменяется число возможных сравнений. При малом числе подпериодов их продолжительность можно увеличить до 40—60 дней, что иногда (например, при изучении кормов с резко различными особенностями) следует считать желательным. Точно так же может оказаться необходимым увеличить длительность предварительной части в 20-дневном подпериоде с 10 до 20—30 суток (например, в опытах по замене в рационах грубых и сочных кормов концентрированными). В этом случае при применении данного метода мы встречаемся и с другими, трудно преодолимыми препятствиями, например влиянием условий одного подпериода на другой или подбором эквивалентных количеств изучаемого корма, имея в виду многосторонние их кормовые достоинства (содержание протеина, витаминов, минеральных веществ и т. д.).

Следует отметить, что этот метод предложен недавно и его достоинства и недостатки еще недостаточно выяснены.

Авторы этого метода применили его для отыскания количеств корма, при которых один корм может быть заменен другим в рационах лактирующих животных при сохранении удоя на одинаковом или сходном уровне. В этом случае применение его может быть полезно, что можно сказать уже в настоящее время (А. П. Дмитро-ченко, 1958). Однако несомненно, что предложенный авторами принцип построения опыта может найти применение в опытной работе по животноводству и для решения других задач.

**Метод латинского квадрата.** Недостатком метода групп, как известно, является то обстоятельство, что эффект действия изучаемых факторов ведется хотя и на сходных, но по существу на разных животных. При постановке опытов методом

периодов, поскольку оценка действия факторов ведется на одних и тех же животных, в значительной степени снижаются возможные нарушения закономерных связей между действием изучаемых факторов и продуктивностью (как и другими качествами) животных. Но здесь эти нарушения возникают в связи с изменением по ходу опыта физиологического состояния животных (изменения живого веса, стельности, закономерного спада лактации и т. д.), а также с изменением неконтролируемых условий внешней среды (температура, влажность воздуха, продолжительность светового дня и т. д.).

Известные изменения претерпевает также состав кормов (особенно зеленых, корнеклубнеплодов и др.), что также не всегда может быть устранено. По данным А. П. Дмитроченко, в опытах, поставленных по методу периодов, «чем продолжительнее опыт, тем сильнее влияние фактора времени на его исход. В длительных опытах действие фактора времени превалирует над действием изучаемого фактора и опыт обесценивается».

Преодоление недостатков метода периодов шло по двум направлениям. Сначала был предложен метод групп-периодов, где контрольная группа позволяет учесть влияние других (кроме изучаемого) факторов на физиологические отправления и состояние животных и внести в показатель опытной группы соответствующую поправку. Но внесение поправок не всегда дает хороший результат. Метод групп-периодов с обратным замещением дает возможность избежать внесения поправок и учесть влияние изменяющихся (неконтролируемых) факторов. Когда мы имеем схему из двух групп и двух периодов, то это уже простейшая схема (структурный план) латинского квадрата.

Метод латинского квадрата можно рассматривать как дальнейшее логическое развитие метода групп-периодов. Его значение выявляется особенно четко, когда в схему опыта вводится больше чем две группы.

При построении схемы опыта по методу латинского квадрата необходимо иметь в виду следующие основные положения:

1) Схема опыта по методу латинского квадрата будет эффективной лишь в том случае, если она составляется на основе переменных, независимость которых заранее известна. Например, в опытах по кормлению животных это будут породы и, допустим, уровень переваримого протеина в рационе; в опытах по содержанию — количество животных (свиней) в станке и микроклиматические факторы; способ разведения и условия содержания и т. д. 2) Число периодов должно в точности соответствовать числу групп (изучаемых факторов). 3) Число животных в группах должно быть кратное числу периодом опыта. При трех периодах в опыте — 3, 6, 9 и т. д., при четырех 4, 8, 12 и т. д. 4) Все животные, поставленные на опыт, должны быть сохранены до конца опыта. В противном случае математическая обработка будет сильно затруднена. 5) Для комплектования групп подбираются сходные по зоотехническим качествам животные, а их индивидуальное распределение по группам производится по принципу случайности (рэндомизация латинского квадрата). Практически это можно осуществить, распределяя животных по жребью. Д. У. Снедекор (1961) рекомендует это делать следующим образом: выписать какое-нибудь систематическое размещение букв, удовлетворяющее условиям латинского квадрата, затем провести перераспределение по жребью групп и периодов (рядов и столбцов), после чего опять по жребью произнести отождествление вариантов с буквами.

Для этой цели можно пользоваться также таблицей случайных чисел. Если нужно, допустим, шесть случайных расположений десяти номеров, то из таблицы берут

любые шесть перестановок. В случае если нужны расположения менее чем десяти номеров, то лишние номера в перестановках опускают.

Если нет возможности укомплектовать все группы сразу необходимым числом животных, то берут в каждую группу по одному (два, три и т. д.) сходному животному, но опыт теперь уже строят с таким количеством повторностей, которое бы соответствовало предусмотренному числу животных в группе.

Метод латинского квадрата дает возможность на небольшом числе коров провести опыты по оценке действия различных факторов на хозяйственно-полезные качества животных и получить в ряде случаев статистически достоверный результат.

Повышение эффективности метода латинского квадрата (как, впрочем, и других методов постановки зоотехнических экспериментов) достигается за счет оснащения основного научно-хозяйственного опыта различными биологическими исследованиями (учет ряда биохимических показателей — содержание преджелудков, состав крови, мочи и т. д., а также проведение балансовых опытов). Этот метод нашел применение при исследовании питательного достоинства пастбищ (см. Thompson N. R. et. al. J. Dairy Sci, 1955), оценки рационов и т. д.

Биометрическая обработка опытов, проведенных по методу латинского квадрата, рассматривается Дж. У. Снедекором.

Одним из наиболее уязвимых мест метода постановки опытов по принципу латинского квадрата является последствие предыдущего фактора. Удаление из учетного периода примерно первой 1/3 дней нахождения животных на новом факторе (допустим, на новом рационе) и рассмотрение этого периода как переходного не всегда целесообразны, тем более что общая продолжительность учетного периода по этому методу не может быть большой. Поэтому были предприняты меры нахождения и других путей устранения последствия предыдущего фактора.

### **Вопросы для самоконтроля**

- 1) Охарактеризовать метод латинского квадрата.
- 2) Охарактеризовать метод повторного замещения.
- 3) Какие недостатки присущи данным методам?

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

#### *Основная*

1. **Соколов, Э.М.** Информационные технологии в безопасности жизнедеятельности: Учебник для вузов / Э.М. Соколов, В.М. Панарин, Н.В. Воронцова. – М.: Машиностроение, 2006. -238 с.
2. **Коробов, А. П.** Методика опытного дела в животноводстве: Методические указания и рабочая тетрадь / А. П. Коробов, Л. А. Сивохина, Ю. А. Кутузов. - Саратов, 2008.
3. **Фаронов, В.В.** Система программирования Delphi./ В. В. Фаронов. – СПб: БХВ-Петербург, 2006. – 912 с.

#### *Дополнительная*

1. **Викторов, П. И.** Методика опытного дела в животноводстве / П. И. Викторов: учебное пособие для слушателей ФПК. – Краснодар, СХИ, 1997.
2. **Меркурьева, Е. Н.** Биометрия в селекции и генетике с.-х. животных / Е. Н. Меркурьева. – М.: Колос, 1970.

## Лекция 8

### ОПЫТЫ ПО ОЦЕНКЕ НАСЛЕДСТВЕННО-КОНСТИТУЦИОНАЛЬНЫХ ФАКТОРОВ ПРОДУКТИВНОСТИ

Постановка научно-хозяйственных опытов по разведению сельскохозяйственных животных может осуществляться всеми выше описанными методами (методом групп, методом периодов, методом периодов с обратным замещением). Принципиальное отличие этих опытов от опытов по кормлению состоит в том, что здесь объектом исследования являются факторы наследственно-конституционального характера, которые исследуются на фоне одинакового кормления, в то время как в опытах по кормлению объектом исследования служат различия кормовых факторов, выявляемые на фоне однообразных, или, точнее, аналогичных, наследственно-конституциональных качеств подопытных животных.

В зависимости от цели исследования применяются различные формы их организации.

В практике исследовательской работы иногда возникает необходимость (в опытах по кормлению и содержанию) изучить особенности реакции на воздействие изучаемого фактора животных различного пола (хрячки, свинки, кастраты; бычки, телочки, волики и т. д.), различного типа конституции, кондиции и темперамента, разной породности (чистые породы, продукты тех или иных видов скрещивания) и т. д. Схема постановки опыта в этом случае (при одной опытной и одной контрольной группах) имеет следующий вид:

Группа	Номер и наименование подгрупп	Назначение групп и подгрупп	Уравни- тельный период	Переходный период	Главный период опыта
1	Свинки	контрольная	ОК	ОК	ОК
	Кастраты				
2	Свинки	опытная	ОК	Постепенный переход на запланированный режим опыта	ОК+А
	Кастраты				
Минимальная длительность периода			15 суток	7-10 суток	1 ½ - 2 месяца

По данной схеме можно вести опыт не только с одной, но и со многими опытными группами. При этом потребляемые корма учитывают по каждой группе в отдельности. Достоинство этого метода заключается в том, что он позволяет дифференцированно подойти к анализу реакции организма на изучаемые факторы в зависимости от основных качеств подопытных животных.

По сходной схеме ставятся самые разнообразные опыты в области разведения сельскохозяйственных животных. При этом возможна оценка отдельных породных групп как на разных, так и на одном типе кормления (опыты по изучению помесей различных видов скрещивания, опыты по контрольному откорму потомства отдельных производителей, линий, семейств, пород и т. д.). В последнем случае исключается переходной период и в сущности контрольная группа, так как сравнение идет между группами разных пород или видов скрещивания.

Если стандартны рацион и режим содержания вводятся по тому методу уже с уравнительного периода, то он входит в состав главного опытного периода, разумеется, если в течение это-то периода не было замены животных или перестановки их группы в группу (в случае наличия в опыте двух групп одной породы).

В опыте по изучению наследственно-конституциональных факторов широкое применение находит также метод квадрата. Его используют во всех тех случаях, когда необходимо изучить взаимодействие наследственных факторов, положительную и отрицательную сочетаемость наследственных комплексов или отдельных наследственно обусловленных особенностей строения и функций организма. Например, предстоит изучить эффект сочетаемости двух (А и В) замкнутых, то есть разводимых «в себе» линий. В этом случае возможна следующая схема спариваний:

	А	В
А	А♂×♀А	В♂×А♀
В	А♂×В♀	В♂×В♀

В результате такого сочетания линий в опыте будет четыре группы: две из них контрольные (АхА и ВхВ), то есть внутрилинейное разведение исходных линий, и две опытные. В первой из них испытывается прямое сочетание (матки линии В с производителями линий А), а во второй — реципрокное (обратное) — матки линий А с производителями линии В. Известно, что линия может иметь разный эффект сочетаемости, в зависимости от того, кого используют из данной линии — производителя или матку. На вышеприведенной схеме мы имеем дело с простейшим случаем, когда испытывается сочетаемость только двух линий. Но в схему можно вводить любое число линий, в зависимости от задач исследования и материально-технических условий ведения эксперимента.

Разведенческие опыты имеют существенные особенности в части формирования подопытных групп. Здесь равенство в показателях групп на начало опыта бывает необходимо лишь в редких случаях. В большинстве же случаев выполняют следующие требования.

1. Показатели подопытных животных на начало опыта должны соответствовать средним показателям по линии, семейству в данных условиях (опыты по промышленному скрещиванию, по породоиспытанию, по изучению линий на сочетаемость и т. д.).

2. Опытную группу комплектуют путем отбора «средней пробы» из каждого помета многоплодных видов животных. Например, при оценке производителей по качеству потомства методом контрольного откорма берут по четыре головы (двух свинок и двух хрячков) из помета среднего для помета веса. Этот же прием используется и для конкурсного породоиспытания свиней по откормочным качествам. По условиям конкурса зоотехник может взять приплод из помета тех маток, который он сочтет целесообразным.

3. На опыт ставят весь племенной состав или только приплод подопытных животных данного семейства, линии, вида скрещивания, имеющийся в хозяйстве на момент закладки опыта.

Метод групп-периодов, широко используемый в опытах по кормлению, находит применение и в опытах по разведению сельскохозяйственных животных, где его называют диаллельным.

По этому методу все исследование проводится в два тура (периода). В первом из них, например в весеннем, производитель А покрывает специально подобранную группу маток ( $\text{♀}A$ ), а производитель В соответственно группу В. На второй (допустим, осенний) тур группы маток для испытуемых производителей меняют местами, то есть производитель А покрывает уже группу маток В, а производитель В — группу маток А. Для контроля за влиянием сезонных факторов третий производитель, наследственные качества которого уже известны, покрывает закрепленную за ним группу маток К (контроль) последовательно в оба сезона.

Диаллельный метод чаще всего применяется в свиноводстве, птицеводстве и рыбоводстве, то есть в опытах с такими видами животных, которые отличаются интенсивным ростом и быстрым оборотом поколений. Аналогично диаллельному известен еще полиаллельный метод, когда в цепь сравнения вводится несколько производителей (или пород), но он не получил достаточного распространения вследствие некоторых других частных методических затруднений.

### Вопросы для самоконтроля

- 1) Метод квадрата при изучении наследственно-конституциональных факторов.
- 2) Диаллельный и полиаллельный методы изучения разведения, .
- 3) Какие особенности характерны для разведенческих опытов?

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

#### *Основная*

1. **Соколов, Э.М.** Информационные технологии в безопасности жизнедеятельности: Учебник для вузов / Э.М. Соколов, В.М. Панарин, Н.В. Воронцова. – М.: Машиностроение, 2006. -238 с.
2. **Коробов, А. П.** Методика опытного дела в животноводстве: Методические указания и рабочая тетрадь / А. П. Коробов, Л. А. Сивохина, Ю. А. Кутузов. - Саратов, 2008.
3. **Фаронов, В.В.** Система программирования Delphi./ В. В. Фаронов. – СПб: БХВ-Петербург, 2006. – 912 с.

#### *Дополнительная*

1. **Викторов, П. И.** Методика опытного дела в животноводстве / П. И. Викторов: учебное пособие для слушателей ФПК. – Краснодар, СХИ, 1997.
2. **Меркурьева, Е. Н.** Биометрия в селекции и генетике с.-х. животных / Е. Н. Меркурьева. – М.: Колос, 1970.
3. **Плохинский, Н. А.** Биометрия / Н. А. Плохинский. – М.: Изд. МГУ, 1970.
4. **Викторов, П. И.,** Менькин В. К. Методика и организация зоотехнических опытов / П. И. Викторов, В. К. Менькин. – М.: Аггпропромиздат, 1991.
5. **Овсянников, И. И.** Основы опытного дела в животноводстве / И. И. Овсянников. – М.: Колос, 2001.
6. **Трифонова, М. Ф.** Основы научных исследований / М. Ф. Трифонова, П. М. Заика, и др. – М.: Колос, 1993.

## Лекция 9

### ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ПОСТАНОВКИ ЗООТЕХНИЧЕСКИХ ОПЫТОВ

При использовании любого из изложенных методов необходимо соблюдать общие методические положения проведения исследовательской работы, главнейшие из которых следующие.

**Число животных в группе.** Животных в группе должно быть столько, чтобы индивидуальные качества отдельных особей не имели определяющего влияния на результаты опыта и чтобы можно было вести обработку полученных данных приемами вариационной статистики. При небольшом числе животных в группе статистическая достоверность полученных в опыте цифр может резко снижаться. Слишком большое число животных в группе также не всегда желательно, ибо в этом случае затрудняется познание индивидуальных реакций животных в группе, создаются дополнительные трудности сохранения идентичности условий при размещении животных в помещениях, в технике кормления и т. д., что снижает техническую точность опыта. Кроме того, резко осложняется учет показателей, особенно если ставится задача углубления основного научно-хозяйственного опыта физиологическими, морфологическими и биохимическими исследованиями. В результате затрудняется возможность более глубокого проникновения в сущность изучаемых явлений.

Число животных в опытной группе обуславливается многими условиями и в зависимости от них устанавливается для каждого опыта в отдельности. К этим условиям прежде всего относится качество животных, на которых планируется проведение опыта (вид, порода, возраст, конституция и т. д.), уровень их подготовки к опыту (относительная развитость, выравненность предшествующих условий и т. д.), характер эксперимента (опыт разведывательного или решающего значения), уровень ожидаемого различия между группами и, наконец, задачи, которые ставятся на решение.

Число животных для опыта определяется прежде всего степенью их породной консолидации. Чем менее консолидирована порода, тем более животные этой породы склонны в онтогенезе к изменчивости, тем большее число их нужно подбирать в опытные группы, чтобы получить статистическую достоверность различий по изучаемым признакам. Другими словами, чем более выравненным по наследственным качествам материалом пользуется экспериментатор, тем больше у него будет оснований сократить число животных в группе, и, наоборот, пользование генетически разнообразным материалом предполагает увеличение числа животных в опытных группах.

В этом отношении проведение опытов на помесях, особенно неопределенной кровности, ставит нас перед фактом возможной разнонаправленной изменчивости и, следовательно, требует значительно большего числа животных в группах. Помеси, хотя бы они были до начала опыта подобраны в группы внешне относительно однородными, потенциально оказываются более способными к изменчивости. С течением возраста, под влиянием действия внутренних и внешних условий у них в большей степени может развиваться комплекс признаков и свойств то одной, то другой породы или даже отдаленных предков. Эти потенциальные склонности к изменчивости помесей при подборе трудно различимы и обнаруживаются лишь с течением времени.

Чем резче намечаемые режимы кормления и содержания отличаются от обычных, в которых шло формирование помесей, тем большее количество животных необходимо взять в опытные группы, тем меньше пригодны помеси для постановки таких опытов.

Подбор животных одного вида скрещивания, одной кровности улучшает методическую выдержанность опыта. Если экспериментатор по какой-либо причине вынужден пользоваться материалом различного уровня кровности, различного вида скрещивания, то лучше в пределах опытной группы, предназначенной для решения вопроса, выделить подгруппы, более однородные в породно-конституциональном отношении, и вести учет по ним отдельно.

В опытах по кормлению сельскохозяйственных животных при решении общих вопросов питания рекомендуется использовать чистопородный материал. Еще лучше воспользоваться линейным материалом (заводские линии, разводимые «в себе»), обладающим достаточно хорошей жизнеспособностью и высокой продуктивностью. На межпородных помесях ставятся опыты по кормлению специального назначения. В скотоводстве и овцеводстве для опытной работы по кормлению и содержанию особенно ценны однойцевые двойни. Многие научные учреждения приобретают их в окружающих хозяйствах специально для проведения различных зоотехнических опытов.

Особое значение в опытном деле имеет возраст животного. Установлено, что чем моложе животное, тем большей потенцией к изменчивости оно обладает, тем сильнее внутренне перестраивается (физиологически и морфологически) под влиянием факторов внешней среды. Фактически наблюдаемые коэффициенты изменчивости по одним и тем же признакам (особенно по среднесуточным привесам) в молочный период гораздо выше, чем в зрелом возрасте. Это положение нашло отражение в требованиях к числу животных в группе на опытах с крупным рогатым скотом.

Необходимо подчеркнуть и значение учета конституции. В большинстве случаев указывается на необходимость уравнивания групп подопытных животных по типу телосложения. Обычно это делается путем вычисления индексов телосложения (чаще всего сбитости и высоконогости). Индексы телосложения безусловно имеют конституциональное значение, а их числовое выражение делает доступным точное определение и учет этого фактора. Операция с индексами приобретает определенную техническую конкретность. Но следует отметить, что это еще неполный учет конституциональных факторов. Подход будет несомненно точнее, если использовать схему типов конституции Кулешова и Богданова с указанием на тип нервной деятельности.

Особенно необходим тщательный учет индивидуальности по типу нервной деятельности, поскольку установлено, что животные со слабым типом нервной деятельности чаще склонны отвечать шоком на существенные изменения факторов внешней среды, что увеличивает изменчивость в группе и снижает статистическую надежность получаемых в опыте различий. Чем более однородными удастся сформировать группы по конституции, тем при прочих равных условиях можно ограничиться меньшим числом животных в опытных группах.

При формировании групп чаще всего упускается из виду то обстоятельство, что характер подготовки животных для опыта имеет большое значение в отношении необходимой их численности.

В опытах с молодняком важно обратить внимание на уровень онтогенетической развитости отбираемых животных, нормально сформированных в соответствии со

своим возрастом. Черты возрастного переразвития будут указывать на ускоренные темпы формирования, свойственные данному животному, на более быстрое (а потому и сокращенное во времени) прохождение возрастных фаз развития. Молодняк же с чертами эмбрионализма или неотении, с замедленным течением возрастных фаз в обмене веществ будет длительно сохранять особенности более ранних этапов онтогенеза. И хотя уровень относительно возрастного развития обычно совпадает с возрастным изменением веса, но это совпадение неполное; возможны существенные отклонения в обе стороны.

Естественно, что разнообразие животных по онтогенетической развитости будет существенно увеличивать изменчивость, а следовательно, и требовать большего числа животных в группе.

Аналогичным образом будет влиять разнообразие условий жизни, в которых находились подопытные животные в предшествующее опыту время. Другими словами, высокая культура ведения животноводства и хорошая подготовка животных к опыту позволяют ограничиться относительно меньшим числом животных в опытной группе. Но совершенно очевидно, что увеличение числа голов в группе при менее подготовленном состоянии животных к опыту является хотя и необходимой, но недостаточной компенсацией. Меньшим числом животных в группах можно ограничиться только в том случае, если научно-хозяйственный опыт сопровождается значительными по объему физиологическими, биохимическими, морфологическими и иммунологическими исследованиями, позволяющими глубже анализировать их результаты.

Наконец, на численность животных в группах оказывает влияние характер опыта, решаемые в нем задачи. Совершенно очевидно, что в разведывательных опытах, от которых не требуется доказательности, можно ограничиться меньшим числом животных. Эксперимент же решающего значения должен проводиться на достаточном количестве животных.

Хотя не выработано математических формул, которые позволяли бы с учетом вышеизложенных требований и условий вести расчет необходимого числа животных в группе, тем не менее, попытки такие в истории развития зоотехнической науки предпринимались многократно. Митчел и Гриндлей построили таблицу необходимого числа голов в опытной группе для того, чтобы различия между группами были статистически достоверными.

**Повторность опыта.** Истинность вывода, сделанного из опыта, в наиболее весомой форме может быть подтверждена тем, что данный результат может быть получен во второй, третий раз и т. д. Для наиболее ответственных выводов повторность опыта диктуется необходимостью.

«Говоря вообще, при физиологическом исследовании, — указывал И. П. Павлов, — нельзя удовлетворяться малым количеством опытов. Как резко иногда меняется результат опыта от одного опыта к другому, пока исследователь не овладеет предметом, т. е. всеми условиями данного явления. Большие разочарования ждут неопытного экспериментатора, если он будет что-либо категорически утверждать на основании одного или двух опытов. С другой стороны, даже старые экспериментаторы нередко приходят в отчаяние при неполучении, казалось бы, неизбежного результата, — а это происходит от вмешательства самых незначительных условий. Сумма условий, определяющих физиологический результат, часто бывает неопределенной и столь большой, что только длинные ряды опытов представляют достаточную гарантию постоянной связи между исследуемыми явлениями.

В научно-хозяйственных опытах по животноводству источник ошибок может находиться в так называемых прочих равных условиях для животных опытных и контрольной групп. С тех пор как в зоотехнической науке стали более досконально изучать взаимодействие факторов питания между собою и при различном состоянии организма (определяемым, в частности, климатическими и погодными условиями), все более и более становилось ясным, что прочие равные условия не всегда бывают нейтральными к испытываемым в опыте факторам. Точно так же реакция организма, измененная этими прочими условиями, может в большей степени благоприятствовать одному или другому изучаемому фактору. Вследствие этого даже опыты, поставленные на большом числе животных по безукоризненной зоотехнической методике, достоверность результатов которых была подтверждена критериями математической статистики, все же могут не подтверждать сделанного из них, казалось, бесспорного вывода. При повторении их в другой сезон года, в другой климатической зоне, на другой породе животных или при другом сочетании кормов в рационе эффект действия изучаемого фактора может быть менее определенным и весомым, его может и вовсе не быть или даже можно получить отрицательный результат.

Следовательно, нужна не просто повторность опыта. Эксперимент, повторенный во всех отношениях в стереотипных условиях, создаст только видимость подтверждения результатов основного опыта. Он не поможет вскрыть решающего действия «посторонних» для опыта факторов или их комбинаций с изучаемыми факторами, имевших место в основном опыте, не поможет исправить вывод соответственно объективной действительности.

Кроме того, необходимо иметь в виду, что проникновение в сущность изучаемых явлений зависит от относительной оснащенности исследователя современными средствами ведения комплексного эксперимента. Сам по себе «голый» научно-хозяйственный опыт часто не вскрывает еще конкретных (частных) причин наблюдаемых явлений, не дает возможности свести их к общим объективным законам физики, химии, биологии и т. д. Поэтому, если исследователь в научно-хозяйственном опыте обнаружил в общих чертах крупную закономерность эмпирического характера, при повторении опыта целесообразно применить такой комплекс сопутствующих чисто научных исследований, который позволил бы вскрыть конкретную причину наблюдаемого явления. Следует отметить, что часто научно-хозяйственный опыт сопровождаются теми или иными научными (физиологическими, биохимическими и т. д.) исследованиями. Но, к сожалению, в значительной части случаев эти исследования определяются просто знанием экспериментатором тех или иных частных методик или наличием приборов и аппаратов и не находятся в непосредственной связи с тем выводом, который ожидается или делается из научно-хозяйственного опыта. Разумеется, такие сопровождающие исследования не помогают вскрывать причины обнаруживаемых в опыте явлений и не оправдывают затрачиваемых на них времени и материальных средств; не о них идет сейчас речь. Сопутствующие научные исследования при повторении опыта должны находиться в логической связи с основным опытом в плане вскрытия конкретных причин наблюдаемого в научно-хозяйственном опыте явления, причем каждая новая повторность должна оснащаться таким образом, чтобы шло углубление и разностороннее исследование причин в несколько иных прочих равных условиях.

В зоотехнических исследованиях, кроме специального изменения прочих факторов с целью выяснения причин наблюдаемых явлений, предусматривается совершенно определенное варьирование условий опыта, связанное с тем, что

сельскохозяйственным животным приходится жить в тех климатических, почвенных и водных условиях, и которых в соответствии с государственными планами организовано производство продуктов животноводства. Следовательно, прежде всего идет проверка вскрытой закономерности в различных зональных природно-климатических условиях. Работа проводится зональной сетью научно-исследовательских институтов и опытных станций.

Но даже для одной и той же природно-хозяйственной зоны прочие условия опыта могут существенно меняться по годам. В засушливые годы резко изменяются погодные условия жизни животных, существенно сменяется химический состав питьевых вод, кормов. Поэтому повторность по годам для некоторого типа зоотехнических опытов столь же необходима, как и повторность в зональном разрезе. Для получения достоверных выводов по некоторым разведенческим опытам требуются многие годы. Очень сложной в этом отношении оказывается проблема оценки пород, породных групп, линий или помесных животных, полученных от различных видов скрещивания. Только накопление многолетних данных по четко разработанной методике, с учетом главнейших условий жизни в хозяйствах данной зоны, даст возможность правильно подойти к оценке конкретного породного фактора в зоотехническом производстве. Эти многолетние опыты и обязаны осуществлять зональные научно-исследовательские и опытные учреждения, дабы можно было рекомендовать животноводческим хозяйствам только всесторонне проверенные зоотехнические приемы. И, наконец, третья постоянная форма варьирования прочих условий опыта, о которой не должен забывать исследователь, связана с уровнем интенсификации животноводства. Одни и те же факторы кормленческого или генетического характера могут изменять свою эффективность в зависимости от уровня планируемой продуктивности животных.

### **Вопросы для самоконтроля**

- 1) Какие положения необходимо соблюдать при организации эксперимента?
- 2) Какая зависимость между возрастом животных и их количеством при постановке опыта?
- 3) Проблема повторности опыта?

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

#### *Основная*

1. **Соколов, Э.М.** Информационные технологии в безопасности жизнедеятельности: Учебник для вузов / Э.М. Соколов, В.М. Панарин, Н.В. Воронцова. – М.: Машиностроение, 2006. -238 с.

2. **Коробов, А. П.** Методика опытного дела в животноводстве: Методические указания и рабочая тетрадь / А. П. Коробов, Л. А. Сивохина, Ю. А. Кутузов. - Саратов, 2008.

#### *Дополнительная*

1. **Викторов, П. И.** Методика опытного дела в животноводстве / П. И. Викторов: учебное пособие для слушателей ФПК. – Краснодар, СХИ, 1997.

2. **Меркурьева, Е. Н.** Биометрия в селекции и генетике с.-х. животных / Е. Н. Меркурьева. – М.: Колос, 1970.

3. **Плохинский, Н. А.** Биометрия / Н. А. Плохинский. – М.: Изд. МГУ, 1970..

## Лекция 10

### ИЗУЧЕНИЕ ПЕРЕВАРИМОСТИ КОРМОВ И РАЦИОНОВ

Методика опытов по переваримости кормов используется и для оценки самих животных, их способности переваривать и усваивать питательные вещества рациона. Она позволяет сравнительно изучить переваримость корма различными видами животных, породами, гибридами, а также животными различного возраста и направления продуктивности.

В научно-исследовательской работе используется несколько методов изучения переваримости кормов: прямого определения, инертных индикаторов, фекального индекса, микробный метод и т. д.

Корма, поступающие на опыт по переваримости, должны иметь подробную характеристику.

Для опытов подбирают здоровых животных, нормально развитых, с хорошо развитыми зубами, хорошо поедающих корм. Животных перед опытом подвергают дегельминтизации.

В группу подбирают 3 - 4 животных, однородных по живой массе, породе, полу, возрасту, упитанности, продуктивности и темпераменту. Если животные не были проверены в предыдущих опытах, в начале опыта желательно иметь в резерве четвертое животное на случай заболевания одного из животных, отказа от корма и т. д. Желательно подбирать животных из пород, преобладающих в области, районе, типичного живого веса, средней упитанности и продуктивности. Указанные условия приведены как типовые, и они могут изменяться при изучении факторов, влияющих на переваримость (высокопродуктивные животные в сравнении с низкопродуктивными, изучение породных различий, влияния упитанности, уровня питания, подготовки кормов и условий содержания).

Необходимо предварительно приучать животных к условиям опытов, к исследуемым рационам и кормам. Их содержат в условиях аналогичных производственным условиям, строго соблюдая режим кормления, содержания и ухода.

Принятые условия кормления и содержания в течение опыта не меняют. Переваримость кормов изучают в основе типовых сбалансированных по нормам и полноценных кормовых рационов для данного вида животного.

Переваримость рациона изучают в одном периоде опыта. На основе данных веса и химического состава устанавливают количество питательных веществ, потребленных скормом и выделившихся с калом. По разнице определяют количество переварившихся питательных веществ, выраженное в процентах, будет составлять коэффициенты переваримости питательных веществ корма.

Следует отметить, что наиболее полную физиологическую характеристику корм получает в том случае, если одновременно с переваримостью изучается и обмен веществ в организме подопытных животных (балансы азота, кальция, фосфора и других элементов). Кроме того, данные об обмене азота необходимы и для того, чтобы определить правильность постановки опыта по переваримости кормов вообще. Отрицательный баланс азота (как и потеря веса) в организме полновозрастных животных свидетельствует о неприемлемости физиологических условий опыта.

Для осуществления балансового опыта по обмену веществ необходимо, кроме всех тех операции, которые проводятся в опытах по переваримости кормов, собрать всю

выделившуюся за учетный период мочу и определить в ней содержание азота, кальция, фосфора или других изучаемых элементов.

Чтобы вычислить коэффициент использования того или иного вещества, содержащегося в корме, необходимо из переваренного количества его вычесть количество, выделившееся с мочой, и полученную величину разделить на валовое количество этого вещества, потребленное с кормом. Это может быть положительная (при положительном балансе) или отрицательная (при отрицательном балансе) величина. Если ее умножить на 100, то получим коэффициент использования вещества.

У растущих или откармливаемых животных, сухостойных коров и т. д. показатель использования вещества будет одновременно означать величину отложения данного вещества в теле (как в абсолютном выражении, так и в процентах). Однако у лактирующих животных, яйценоской птицы и т. д. питательные вещества выделяются из организма и с продукцией. Поэтому для составления баланса нужно учесть и эту величину. В стандартных обменных опытах балансы составляют только для азота, кальция и фосфора. Но методика балансовых опытов широко применяется в исследованиях по животноводству для решения многих других задач, что будет рассмотрено ниже. Опыты по изучению обмена веществ обычно проводятся одновременно с опытами по изучению переваримости кормов (рационов). Последние входят в обменные опыты в качестве неперменной составной части их. Однако опыты по изучению переваримости отдельных кормов имеют самостоятельное значение. Для постановки таких исследований в большинстве случаев пользуются методикой дифференциальных опытов.

Корма, которые могут обеспечить полноценное питание животному без физиологических нарушений (сено, трава у жвачных), изучают без других кормов в чистом виде простым опытом в одном периоде.

Лучшие результаты определения переваримости силоса получаются в простом опыте. Он более точный по сравнению с дифференцированным методом. Переваримость рациона, состоящего из 2-х и более кормов, не является простой средней величиной переваримости его составляющих.

Дифференцированные опыты для определения переваримости кормов. Если корм не может обеспечить нормальное питание, то переваримость его изучают в дифференцированном опыте и проводят два последовательных опыта, рационы которых отличаются количеством исследуемого корма. Изучаемая часть корма в рационе должна быть большей по отношению к другим составным частям, чтобы получить более достоверные результаты.

В обоих периодах необходимо иметь одинаковые объемы рационов и отношения питательных веществ. Включение изучаемого корма в основной рацион позволяет уменьшить специфическое его влияние на переваримость во втором периоде.

Дифференциальный опыт по переваримости кормов распадается на два цикла, каждый из них имеет два периода — предварительный (включая и переходный) и учетный. В первом цикле ставится задача изучить переваримость основного рациона, в то время как второй цикл должен дать нам дополнительные данные, необходимые для определения переваримости изучаемого корма. Опыт проводится на одной и той же группе животных. Между первым и вторым циклом устанавливается переходный период (3 дня), в течение которого исследователь должен как можно точнее определить поедаемость кормов и общую норму кормления.

Схема дифференциального опыта по изучению переваримости кормов является в настоящее время общепринятой. Продолжительность предварительного периода для

валухов, например, составляет 15 дней, учетного—10 и переходного (между циклами) — 3 дня (для других видов и возрастных групп животных).

В оба периода первого цикла животные получают основной рацион. Во втором цикле вместо 40—25% основного рациона включают изучаемый корм (по количеству сухого вещества). Изучаемый корм входит также в состав основного рациона в количестве до 10%. Условно допускается, что переваримость основного рациона от добавки изучаемого корма не изменяется. Объем введения изучаемого корма (в указанных пределах) устанавливается основной задачей опыта: получить четкие и достоверные результаты в оценке переваримости корма при условии сохранения нормального физиологического состояния животного и его продуктивности, с учетом также тех минимальных и максимальных удельных количеств корма в рационе, которые обычно используются в производственных условиях.

В опытах, проводимых по этой схеме, получают данные, которые в последовательных повторностях несколько различаются. Один опыт дает только ориентировочный результат применительно к конкретно сложившимся условиям и, в частности, особенностям состава и физических свойств использованных кормов и физиологического состояния животных. Для получения более точных результатов необходимо накопление аналогичных данных, полученных в повторных опытах. Тем не менее описанный метод обладает достаточной практической надежностью и недавно принят рабочей группой по оценке питательности кормов, рационов и методов ее измерения в качестве стандартной методики для сельскохозяйственных научных учреждений стран, входящих в СЭВ.

Расчет коэффициентов переваримости питательных веществ изучаемого корма (сухое вещество, органическое вещество, протеин, белок, жир, клетчатка, безазотистые экстрактивные вещества и зола) проводится следующим образом.

По данным первого цикла описанным уже путем определяются коэффициенты переваримости питательных веществ основного рациона. Расчеты здесь ведутся так же, как и в том случае, когда рацион состоит из одного корма. Пользуясь этими коэффициентами, рассчитывают, какое количество каждого переваримого питательного вещества поступило с основным рационом во втором цикле опыта. Эти количества вычитают из общего наличия соответствующих питательных веществ фактически потребленных кормов второго цикла опыта. Остаток будет составлять переваримые питательные вещества изучаемого корма. Если вычисленное таким путем количество переваримых питательных веществ разделить соответственно на валовое их количество, поступившее с изучаемым кормом, и умножить на 100, то получим соответствующие коэффициенты переваримости в процентном выражении.

При составлении рационов первого и второго периодов следует иметь в виду, что они должны обеспечивать необходимый уровень продуктивности животного, обладать высокими вкусовыми качествами и хорошо поедаться. Рацион второго периода не должен резко отличаться от рациона первого периода по общему наличию питательных веществ, объему и другим существенным качествам. Вместе с тем уровень изучаемого корма устанавливают достаточно большим, чтобы различия были рельефными и достоверными.

Н. И. Денисов и Л. П. Дмитроченко (1964) предъявляют следующие требования к дифференциальным опытам по переваримости кормов.

Рационы должны быть всесторонне сбалансированными и содержать те компоненты, в сочетании с которыми изучаемый корм чаще всего скармливается данному виду животных. Величина этих рационов соответствует принятым нормам, и в

то же время необходимо обеспечивать поедание всего корма, задаваемого животным в первый и второй периоды опыта. Количество сухого вещества в основном рационе и в рационе с добавкой испытуемого корма одинаково.

По составу кормов основной рацион должен быть таким, чтобы во втором цикле опыта после замены части его испытуемым кормом он соответствовал по соотношению отдельных групп кормов (грубых, сочных, концентрированных), содержанию протеина и сырой клетчатки рационам, оправдавшим себя в практике кормления.

Более точные данные можно получить по схеме дифференциального опыта, предложенной в свое время еще Е. А. Богдановым. Опыт построен по методу групп-периодов с обратным замещением. Он проводится на четырех животных (в схеме — валухи), разделенных на две подгруппы (по две головы) по принципу аналогов и состоит из трех циклов. В первом цикле ставится задача — обстоятельно изучить переваримость основного рациона. Для этой цели используются все четыре валуха и проводится четыре индивидуальных опыта. Во втором цикле первая подгруппа (два валуха) продолжает оставаться на основном рационе, а вторая — на основном рационе (60—75%) плюс изучаемый корм (40—25%). В третьем цикле первая подгруппа получает основной рацион плюс изучаемый корм, а вторая только основной рацион. Поскольку во всех трех циклах опыт проводится на каждом животном в отдельности, то есть ведется индивидуальный учет скормленных кормов и выделенного кала, то осуществление опыта по этой схеме дает возможность оценить основной рацион по восьми, а изучаемый корм по четырем экспериментам и учесть влияние неконтролируемых факторов на полученные результаты. Недостаток этого метода — большая длительность опыта (46 дней).

### Вопросы для самоконтроля

- 1) Как необходимо ставить опыт по переваримости кормов?
- 2) Методика дифференцированных опытов.
- 3) Какие требования к методике дифференцированных опытов?

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

#### *Основная*

1. **Соколов, Э.М.** Информационные технологии в безопасности жизнедеятельности: Учебник для вузов / Э.М. Соколов, В.М. Панарин, Н.В. Воронцова. – М.: Машиностроение, 2006. -238 с.
2. **Коробов, А. П.** Методика опытного дела в животноводстве: Методические указания и рабочая тетрадь / А. П. Коробов, Л. А. Сивохина, Ю. А. Кутузов. - Саратов, 2008.
3. **Фаронов, В.В.** Система программирования Delphi./ В. В. Фаронов. – СПб: БХВ-Петербург, 2006. – 912 с.

#### *Дополнительная*

1. **Викторов, П. И.** Методика опытного дела в животноводстве / П. И. Викторов: учебное пособие для слушателей ФПК. – Краснодар, СХИ, 1997.
2. **Меркурьева, Е. Н.** Биометрия в селекции и генетике с.-х. животных / Е. Н. Меркурьева. – М.: Колос, 1970.
3. **Плохинский, Н. А.** Биометрия / Н. А. Плохинский. – М.: Изд. МГУ, 1970.

## Лекция 11

### ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ПОСТАНОВКИ ОПЫТОВ ПО ПЕРЕВАРИМОСТИ КОРМОВ И ОБМЕНУ ВЕЩЕСТВ

Для получения достоверных данных необходимо соблюдение ряда общих методических положений проведения опытов.

**Подбор животных.** Для опытов по переваримости кормов и обмену веществ подбирают типичных для породы и вполне здоровых животных среднего (для взрослых) возраста, с хорошим состоянием зубной системы, обладающих постоянно хорошим аппетитом. Если ставится задача — определить только переваримость корма, то для этой цели лучше использовать полновозрастных кастрированных животных мужского пола. Их физиологическое состояние более устойчиво. Пол и возраст животных в обменных опытах определяется конкретной методикой.

При постановке опыта сравнительного характера возникает необходимость подбирать животных в группы. Это делается на основе тех же принципов, которые разработаны для подбора групп в научно-хозяйственных опытах.

Здесь следует только отметить, что поскольку для опытов по переваримости кормов и обмену веществ берется ограниченное число животных, то следует приложить максимум стараний к тому, чтобы они не только по физиологическим, но и генетическим особенностям были бы максимально уравнены. Если возможно, то целесообразно ставить такие опыты на однойщевых двойнях, тройнях или животных, являющихся однопометными братьями и сестрами, принадлежащими к одной «закрытой» линии и т. д.

Перед постановкой животных на опыт их подвергают тщательному ветеринарному исследованию и в случае необходимости — дегельминтизации или другим лечебным мероприятиям. При использовании методики балансовых опытов для решения других вопросов — подбор животных осуществляется в соответствии с общей методикой этих исследований.

Во время опыта ведут журнал, в который записывают все данные, получаемые в отдельности по каждому подопытному животному и за каждую операцию. Кроме того, ведут дневник опыта, где регистрируют состояние животных и зоогигиенические условия (температура, относительная влажность и т. д.). Взвешивают животных индивидуально перед началом и в конце каждого периода. Животных взвешивают утром до кормления, 2 дня подряд.

**Минимальная численность животных в опытных группах.** Желательно опытную группу комплектовать большим числом животных, тем не менее практически можно получать вполне удовлетворительные результаты по трем-четырем достаточно однородным по происхождению и другим особенностям животным (пол, возраст, конституция, упитанность, темперамент, типичность для породы, уровень продуктивности и т. д.). Если переваримость кормов изучают на взрослых, хорошо проверенных баранах, то в группе может быть и два животных. При постановке же опыта на молодняке раннего периода развития, например при исследовании переваримости кормов поросятами до 2-месячного возраста, в группе должно быть пять голов. При использовании другой, еще не изученной партии животных желательно брать для опыта по четыре головы.

Отбирают животных путем их тщательного предварительного изучения. Если опыты по обмену веществ сопровождают научно-хозяйственный опыт, а исследования обмена веществ по ходу научно-хозяйственного опыта планируются проводить

довольно часто, то осуществляют дополнительный отбор животных, то есть сверх того числа, которое необходимо для групп научно-хозяйственного опыта. Содержат их отдельно на запланированных режимах для каждой группы и периодически по ходу опыта подвергают исследованиям.

Данные об их росте и развитии, как правило, не включаются в средние показатели по группам научно-хозяйственного опыта. Это должны быть животные — аналоги, тщательно подобранные по ряду признаков.

**Продолжительность опыта.** В связи с тем, что число дней, в течение которых потребленные корма полностью проходят через пищеварительный тракт различных видов и возрастных групп животных, не одинаково, продолжительность отдельных периодов опыта колеблется в значительных пределах.

Так, например, в опытах с крупным рогатым скотом и овцами при незначительных качественных различиях основного и испытуемого рационов предварительный период может быть сокращен до десяти дней, в то время как при существенных качественных отличиях, особенно по уровню протеинового питания и клетчатки, длительность предварительного периода увеличивают до 20 дней. Точно так же при изучении быстро проходящих через желудочно-кишечный тракт и легкопереваримых зеленых кормов сроки проведения опыта на упомянутых видах животных могут быть сокращены (предварительный период до десяти дней и учетный — до семи дней).

Для установления связи между числом дней учетного периода и точностью опыта было проведено значительное количество исследований на разных видах сельскохозяйственных животных. Так, например, в опытах И. Х. Будыка (1955), проведенных на коровах, получены следующие данные о влиянии продолжительности учетного периода на коэффициенты переваримости кормов.

Разница между коэффициентами переваримости питательных веществ корма, полученная на восьми коровах при различной продолжительности учетного периода опыта, оказалась весьма небольшой.

Средние коэффициенты за 10 дней опыта отличались лишь на 1—2% от соответствующих показателей за 4, 6 и 8 дней.

**Кормление и содержание подопытных животных, учет кормов и их остатков.** Кратность кормления зависит от физиологических особенностей вида и возраста животных, от структуры и поедаемости рациона, но не может быть менее 2—3 раз в сутки. Нормирование кормления производят по существующим зоотехническим нормам (с учетом планируемого суточного привеса). Для этого вычисляют средний живой вес в каждой опытной группе, определяют по таблице положенную животным этого веса суточную норму кормовых единиц, затем делят ее на средний вес животных (в кг) в группе и получают норму на 1 кг веса. Исходя из этой нормы, устанавливают количество кормовых единиц для каждого животного. Животные в группе на одну кормовую единицу получают одинаковое количество переваримого протеина, витаминов и других нормируемых составных частей кормов. Для лактирующих животных или животных других видов продуктивности аналогичным путем дополнительно ведут расчет на продуктивность.

В опытах по изучению переваримости и обмену веществ (за исключением особых случаев) животных кормят индивидуально. Потребленные корма и их остатки учитывают по каждому животному в отдельности.

В связи с этим каждый вариант опыта на нескольких животных состоит из нескольких (обычно 3—4) индивидуальных опытов (как бы повторностей опыта), что повышает точность и надежность получаемых результатов.

В предварительный период животных приучают к условиям, предусмотренным методикой опыта (содержание в клетках или в сбруе, приучение к исследуемым рационам и кормам). При этом строго соблюдается установленный для подопытных животных распорядок дня, а также зоогигиенические нормы. Помещение должно быть оборудовано термометром и психрометром. Показания этих приборов регистрируют 4 раза в сутки (в 6, 12, 18 и в 24 ч). Температура и влажность воздуха, а также другие показатели микроклимата должны быть постоянными в течение всего опыта. В помещении соблюдают тишину. Посещение посторонних лиц нежелательно.

Корма для проведения опыта заготавливают заблаговременно в необходимом количестве и ассортименте. При этом особое внимание обращают на качество кормов, соответствие их стандартным требованиям. Заготовленные корма желательнее хранить в помещении, непосредственно прилегающем к физиологическому скотному двору, за исключением силоса и корнеклубнеплодов, которые находятся в постоянных хранилищах. Грубые (сено, солома) и концентрированные корма предварительно измельчают, корнеклубнеплоды измельчают непосредственно перед дачей животным. Корма, не подвергающиеся быстрой порче (грубые, концентрированные), взвешивают на весь период опыта для каждого животного в отдельности на каждое кормление и в расфасованном виде хранят в закрытых банках, мешках или в специальных плотных ящиках, коробках и т. д.

Для химического анализа берут средние пробы корма. Отбор проб проводится в отдельности из каждой суточной дачи и по каждому входящему в рацион корму. Объем пробы зависит от удельного веса корма в рационе и рассчитывается для каждого опыта в отдельности. Расчет делают, исходя из необходимости иметь за учетный период пробу, в 5—10 раз превосходящую размер образца для анализа, который для концентрированных кормов примерно составит 200—250 г, для грубых — 400—500 г и для сочных — 2—3 кг. Отбор образцов таких кормов, как зеленые, корнеклубнеплоды, силос, молоко, жидкие отходы промышленности и т. д., производят ежедневно в течение всего учетного периода. Отобранные образцы хранят в банках с притертыми пробками или в эксикаторах до конца учетного периода.

Техника отбора средних образцов заключается в следующем: взятую пробу корма тщательно перемешивают, высыпают на противень равномерным по толщине слоем, площадь которого разделяют на четыре квадрата. Из каждого квадрата в разных его местах берут примерно одинаковое количество корма для составления среднего образца. Образцы помещают в банки с притертыми пробками или в эксикаторы и отправляют в химическую лабораторию для анализа. Из проб жидких кормов образцы отбирают после тщательного перемешивания.

Остатки корма учитывают по каждому животному и после каждого кормления, причем это могут быть или отдельные корма (если они скармливаются порознь), или их смеси (комбикорма). В том случае, если используются замешанные на воде смеси концентрированных кормов, пропорция воды и сухих кормов в течение всего периода опыта не изменяется. В отчетах по изучению обмена минеральных веществ ведется точный учет выпитой воды, и как минимум дважды за учетный период отбирают пробы воды для анализа.

Остатки грубых кормов сохраняют до конца опыта и затем из их общего количества берут среднюю пробу (400—500 г) для анализа.

Образец для анализа должен весить 200—250 г. Остатки зеленых кормов, корнеклубнеплодов, силоса, молока, жидких отходов промышленности, а также влажных смесей кормов консервируют хлороформом или 40-процентным формалином

(3—5 мл на 1 кг веса остатков). Пробы хранят в банках с притертыми пробками при температуре 2—3°C тепла (в холодильнике). В случае, если остатков сравнительно много, отбор средних проб можно проводить ежедневно или один раз в 2 дня учетного периода.

**Учет выделений.** Выделившийся кал собирают немедленно и помещают в плотно закрывающиеся эмалированные бачки. При небольшом количестве его лучше использовать для этой цели банки с притертыми пробками или эксикаторы. Учет количества кала и отбор проб для анализа проводят один раз в сутки. Для этого собранный за сутки кал взвешивают в баке или ведре, вес которых в пустом виде заранее определен, тщательно перемешивают и затем из разных мест берут среднюю пробу. Для большей точности в отборе средней пробы применяют следующий прием. Суточный сбор кала после взвешивания вытряхивают на противень из оцинкованного железа размером 1,5-1,5 м, тщательно перемешивают и затем разравнивают сплошным слоем, который делят на 16 квадратов. Суточную пробу берут равными долями из каждого квадрата, помещают в фарфоровые чашки и взвешивают.

Размер суточной пробы кала и мочи определяется в предварительный период опыта на основе данных пробного учета размера фактических выделений подопытными животными.

Следует отметить, что некоторые авторы рекомендуют брать среднюю пробу кала большего размера (10%), а в конце учетного периода выделять из нее образцы для анализа. Для каждого вида животных этот процент рассчитывается особо. Отобранные пробы кала консервируют. Для этого лучше использовать 10-процентный раствор виннокаменной кислоты (100 мл на 1 кг кала) и дополнительно несколько (5—10) капель хлороформа или 40-процентного формалина (до ощутимого запаха этих веществ в кале). Для консервирования кала можно также применять 10-процентный раствор соляной кислоты или 8-процентный раствор щавелевой кислоты в тех же пропорциях к весу кала. Ведется точный учет добавленных в кал консервантов. Эти данные необходимы для определения размера поправки на консервирующие вещества при обработке результатов химического анализа. Банки с пробами кала хранят при температуре ниже 2—3°C в холодильнике или на льду.

Исследования Джекобсона и др. (Jacobson et al., 1959) показали, что даже при замораживании консервированных суточных проб кала и хранении их в холодильнике часть ферментов и бактерий остается в активном состоянии, а это может стать причиной потерь при оттаивании проб и высушивании образцов. Авторы разработали новый метод хранения и консервирования образцов кала. Он состоит в следующем. Навеску (400 г) помещают в эмалированную банку, которую ставят на 5 мин в кипящую водяную баню для удаления воздуха. Затем ее закупоривают с помощью машинки для закрывания консервов, автоклавируют в течение часа при давлении 0,8 атм. и охлаждают. В таком состоянии пробы могут храниться при комнатной температуре в течение шести месяцев без потерь азота и других веществ. Взятые образцы кала немедленно по окончании опыта подвергают сушке в вентилируемом сушильном шкафу при температуре 60—65°C и в воздушно-сухом состоянии хранят до последующих химических анализов. Во избежание потерь азота его количество определяют в свежем кале.

Моча по мере ее выделения животным через отверстие в днище (или путем специального приспособления) поступает в подготовленную бутылку, находящуюся под клеткой. В бутылку предварительно наливают 10—15 см<sup>3</sup> 10-процентного раствора соляной кислоты и добавляют 2—3 г тимола. Из накопленного за сутки количества

мочи отбирают средние пробы и помещают в склянки с притертыми пробками. Пробы дополнительно консервируют 10-процентным раствором соляной кислоты с таким расчетом, чтобы общее ее количество составляло 5% от веса пробы. Затем 1—2 раза за период опыта в пробу добавляют 2—3 г тимола. Количество добавленного консерванта точно учитывают. Желательно отобранные пробы мочи периодически проверять на лакмус и при необходимости добавлять раствор соляной кислоты до слабокислой реакции. До конца учетного периода пробы хранят при температуре 3—5°C.

После каждого мочеиспускания увлажненные мочой части днища клетки смывают хорошо прокипяченной и отстоянной водой. Если в опыте изучается обмен минеральных веществ, то необходимо использовать только дистиллированную воду. Для смыва днища заблаговременно наполняют стаканчики с водой и ставят их возле каждой клетки. Промывные воды собирают в отдельную бутылку. В конце суток отбирают среднюю пробу. Это делается так же, как и при отборе проб мочи.

### Вопросы для самоконтроля

- 1) Какие методические положения необходимо учитывать при проведении опытов по переваримости?
- 2) От чего зависит продолжительность опыта?
- 3) Как необходимо проводить кормление, учет кормов, их остатков и учет выделений?

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

#### *Основная*

1. **Соколов, Э.М.** Информационные технологии в безопасности жизнедеятельности: Учебник для вузов / Э.М. Соколов, В.М. Панарин, Н.В. Воронцова. – М.: Машиностроение, 2006. -238 с.
2. **Коробов, А. П.** Методика опытного дела в животноводстве: Методические указания и рабочая тетрадь / А. П. Коробов, Л. А. Сивохина, Ю. А. Кутузов. - Саратов, 2008.
3. **Фаронов, В.В.** Система программирования Delphi./ В. В. Фаронов. – СПб: БХВ-Петербург, 2006. – 912 с.

#### *Дополнительная*

1. **Викторов, П. И.** Методика опытного дела в животноводстве / П. И. Викторов: учебное пособие для слушателей ФПК. – Краснодар, СХИ, 1997.
2. **Меркурьева, Е. Н.** Биометрия в селекции и генетике с.-х. животных / Е. Н. Меркурьева. – М.: Колос, 1970.
3. **Плохинский, Н. А.** Биометрия / Н. А. Плохинский. – М.: Изд. МГУ, 1970.
4. **Викторов, П. И.,** Менькин В. К. Методика и организация зоотехнических опытов / П. И. Викторов, В. К. Менькин. – М.: Агропромиздат, 1991.
5. **Овсянников, И. И.** Основы опытного дела в животноводстве / И. И. Овсянников. – М.: Колос, 2001.
6. **Трифонова, М. Ф.** Основы научных исследований / М. Ф. Трифонова, П. М. Заика, и др. – М.: Колос, 1993.

## Лекция 12

### ИЗУЧЕНИЕ ПЕРЕВАРИМОСТИ КОРМОВ И ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ; ИНДИКАТОРНЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЕРЕВАРИМОСТИ РАЦИОНОВ И КОРМОВ ОВЦАМИ И СВИНЬЯМИ

Индикаторный метод определения переваримости рационов и кормов овцами и свиньями. Индикаторные методы определения переваримости рационов и кормов в некотором отношении превосходят обычный "классический" метод. Они требуют меньше затрат труда и могут в определенных специфических случаях, при которых обычный метод не может быть применен заместить его.

Из предложенных до сих пор индикаторных методов  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  - индикаторный метод кажется самым перспективным и больше всего применяется.

Однако между разными предложениями техники применения этого метода, а именно: дневная доза окиси хрома; корма; способа дачи её животным; взятие проб для анализа; продолжительность учетного периода; аналитический ход количественного определения  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  в кале и пр., существуют большие различия.

Применение же различной техники проведения опытов приводит к существенным различиям в получаемых результатах.

Для устранения этого недостатка должна быть единой техника применения этого метода.

1. Дневная доза  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  при опытах с баранами 10 г, даваемая в три приема - в 6, 13 и 20 часов. Но различия между результатами при даче индикатора в два или три приема являются несущественными и в некоторых случаях при даче в два приема они оказывались лучше, чем при даче в три приема.

Поэтому может быть принято, что эти несущественные различия находятся в границах ошибок, допустимых при таких исследованиях. Дневная доза в опытах со свиньями была 8 г, даваемая в два приема - в 6 и 18 часов.

2. Индикатор дают в виде хорошо гомогенизированного изделия из муки (макарон), содержащего около 25 %  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , баранам можно давать в хорошо дозированных желатиновых капсулах.

3. Кал для анализа берут в опытах с баранами 3 раза в день (между 6 и 8 часами, 13 и 15, 20 и 22 часами) по 70 грамм.

В опытах со свиньями - 2, раза в день (между 6 и 8 и 18 и 20 часами) по 100 г. В опытах с баранами разница между результатами при трехкратном и двукратном взятии проб для анализа не существенные.

4. Учетный период при опытах с баранами должен быть не короче 6 дней, а при опытах со свиньями не короче 4 дней.

5. Дачи съедаются животными полностью, без остатка.

6. Определение  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  в кале выполняется йодометрическим методом Менделя, Туринека и Травничека.

7. При перемалывании высушенных проб кала не допускать распыления  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ .

Техника проведения опытов для определения переваримости рационов и кормов по  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  - индикаторному способу в общих чертах такая же, как при опытах по обычному методу. Различие состоит только в том, что при индикаторном способе переваримость питательных веществ определяют по соотношению между питательным веществом и индикатором в принятой пище и в отдельных дефекациях.

Это различие состоит в том, что индикатор включают в рационы подопытных животных, а также при взятии для анализа только проб кала. Количественный сбор

кала отпадает. По  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  - индикаторному методу проводят только простые (недифференцированные) опыты для определения переваримости рационов и отдельных кормов. По корму, переваримость которого будет определяться (или же кормов, из которых состоит рацион), составляют краткую, но ясную характеристику (вид, сорт, цвет и запах, стадия вегетации, ботанический состав смеси и др.).

Опыты, как при обычном методе, проводят с группами не менее чем из 3 животных. Во время подготовительного периода животные подвергаются дегельминтизации.

Кроме того устанавливают размер рациона, переваримость которого будут определять и который должен съедаться животными без остатка.

Намеченные для исследования сухие дневные рационы после предварительного тщательного размешивания отдельных кормов измельчают, отмеривают суточные дачи для каждого животного в отдельности на весь период опыта (предварительный и учетный) причем одновременно берут пробу для химического анализа. Рационы сочных кормов для каждого животного в отдельности отмеривают ежедневно в точно определенное время из однородной партии корма, насыпают в плотные мешки и из них скармливают животным в течение суток. При взвешивании рационов каждый день берут точно определенную (300 - 400 г) среднюю пробу, которую ставят в сушильный шкаф для сушки при  $60^\circ\text{C}$ . В конце опыта все высушенные пробы (взятые ежедневно) тщательно перемешивают и из них берут среднюю пробу для анализа.

Опыты с овцами состоят из 10 - дневного предварительного и не менее чем 6-дневного учетного периода. Опыт по определению переваримости данного корма или рациона проводят с баранами от 2 до 5-летнего возраста, содержащимися в индивидуальных клетках.

Дневной рацион, разделяют на две части, дают животным в два приема (примерно в 6 и 18 часов). Одновременно баранам дают и индикатор в желатиновых капсулах, а не в изделии из теста, так как в последнем случае в их рацион включится по 30 г муки высокой переваримости, что, хотя и в слабой степени, влияет на величину вычисленных коэффициентов переваримости. Отдельные дозы индикатора для каждого кормления - 5 г  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ .

Опыт со свиньями состоит из 8-дневного предварительного и не менее чем 4-дневного учетного периода. Когда целью опыта является определение переваримости данного корма или рациона, то опыт проводят с кастрированными поросятами с живым весом от 80 до 130 кг содержащимися в индивидуальных клетках.

Дневной рацион разделяют на две половины и дают его два раза в день - в 6 и 18 часов. Одновременно вместе с кормом дают и индикатор утром и вечером в виде макарон, содержащих по 4 г  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ . Макароны приготавливают из пшеничной или ржаной муки, или из их смеси. На три части муки кладут одну часть  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ . Смесь очень тщательно вымешивают для получения однородного теста, из которого выпекают при  $60^\circ\text{C}$  очень тонкие макароны.

Полученный, таким образом, продукт анализируют и по содержанию в нем определяют, какое количество из него может быть добавлено к рациону подопытных животных.

Если макароны содержат, например 24,5 %  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , то дневное количество их для включения в рацион одного поросенка будет - 32,6, то есть по 16,3 г в каждой даче.

Если опыты проводят с крупным рогатым скотом, то выбирают не менее 3 животных (по возможности волы). Дневная доза должна быть 40 г, которую дают в два приема (вскоре после начала кормления) в желатиновых капсулах. Предварительный

период - 14- дней, учетный -8-10 дней. Пробы кала берут два раза в день, по 150 г от первых дефекации после утреннего и вечернего кормления.

Индикатор включают в рационы подопытных животных с первого дня предварительного периода. Из выделенного между 6 и 8 и между 18 и 20 часами кала, то есть после первой дефекации после 6 и после 18 часов, от каждого животного в течение учетного периода после предварительного перемешивания берут пробы по 100 г, за день - по 200 г (при опытах с крупным рогатым скотом - по 150 г, за день - по 300 г).

Пробы помещают в стеклянный сосуд с пришлифованной пробкой и консервируют 10 % процентной соляной кислотой по 10 мл на 100 г кала. В банку добавляют в день по 2 мл хлороформа или по 1 мл 40 %- ного формалина.

Если банки с пробками хранить холодильнике или в неотапливаемом помещении (зимой), то консервировать 10%-ной соляной кислотой не нужно.

В конце опыта собранные в отдельные банки пробы растирают снова и тщательно смешивают, чтобы получить однородную смесь. После этого из нее берут пробу для определения азота, а остальную часть сушат при 60 °С и готовят для анализа.

### Вопросы для самоконтроля

- 1) Общие методические критерии постановки опытов по переваримости кормов и обмену веществ.
- 2) Дифференциальные опыты для определения переваримости кормов.
- 3) Изучение переваримости травы и зеленого корма.
- 4) Опыты с овцами.
- 5) Опыты с крупным рогатым скотом.
- 6) Опыты со свиньями.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

#### *Основная*

1. **Соколов, Э.М.** Информационные технологии в безопасности жизнедеятельности: Учебник для вузов / Э.М. Соколов, В.М. Панарин, Н.В. Воронцова. – М.: Машиностроение, 2006. -238 с.
2. **Коробов, А. П.** Методика опытного дела в животноводстве: Методические указания и рабочая тетрадь / А. П. Коробов, Л. А. Сивохина, Ю. А. Кутузов. - Саратов, 2008.
3. **Фаронов, В.В.** Система программирования Delphi./ В. В. Фаронов. – СПб: БХВ-Петербург, 2006. – 912 с.

#### *Дополнительная*

1. **Викторов, П. И.** Методика опытного дела в животноводстве / П. И. Викторов: учебное пособие для слушателей ФПК. - Краснодар, СХИ, 1997.
2. **Меркурьева, Е. Н.** Биометрия в селекции и генетике с.-х. животных / Е. Н. Меркурьева. - М.: Колос, 1970.
3. **Плохинский, Н. А.** Биометрия / Н. А. Плохинский. - М.: Изд. МГУ, 1970.
4. **Викторов, П. И.,** Менькин В. К. Методика и организация зоотехнических опытов / П. И. Викторов, В. К. Менькин. - М.: Агпропромиздат, 1991.
5. **Овсянников, И. И.** Основы опытного дела в животноводстве / И. И. Овсянников. - М.: Колос, 2001.

## Лекция 13

### МЕТОДИКА ПОСТАНОВКИ ОПЫТОВ ПО ПРОМЫШЛЕННОМУ СКРЕЩИВАНИЮ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

Определение схемы опыта (простое и переменное двухпородное скрещивание, трехпородное и четырехпородное скрещивание).

Успех научного эксперимента во многом зависит от правильности выбора схемы опыта. Выбор пород для скрещивания, определение маточной породы, количество опытных и контрольных групп – все это является важным условием, определяющим успех опыта.

Проведение опытов по изучению вопросов межпородного промышленного скрещивания затрудняется необходимостью создания большого количества породных групп.

Так, например, при проведении опытов по простому двухпородному промышленному скрещиванию в настоящее время принято создавать четыре подопытные группы.

А проведение простого переменного двухпородного скрещивания (имеется в виду первый этап – возвратное скрещивание) требует формирования шести групп.

Между тем в зависимости от задачи опыта количество групп может быть сведено до минимума. Например, в опытах по определению экономической эффективности простого двухпородного скрещивания может быть исключена контрольная группа по породе хряка, завезенного для скрещивания. Также может быть исключена и одна опытная группа, в которой за маточную основу при скрещивании взята порода, не районированная в данной зоне, в данном случае порода хряка.

Между тем в зависимости от задачи опыта количество групп может быть сведено до минимума. Например, в опытах по определению экономической эффективности простого двухпородного скрещивания может быть исключена контрольная группа по породе хряка, завезенного для скрещивания. Также может быть исключена и одна опытная группа, в которой за маточную основу при скрещивании взята порода, не районированная в данной зоне, в данном случае порода хряка.

Если бы эта комбинация оказалась эффективной, она могла бы быть использованной, поскольку для внедрения в производство такого сочетания потребовалось бы менять породу основных свиноматок в данной зоне, что связано с большими капиталовложениями, а иногда и совсем практически невыполнимо, когда для скрещивания берется порода, завезенная в данную зону в небольшом количестве голов.

При составлении схемы опыта надо помнить, что лучшей будет та схема, с помощью которой можно ответить на поставленные вопросы при минимальном числе подопытных групп.

Для проведения опытов по определению эффективности межпородного скрещивания маточных районированных пород с хряками пород, завозимых в зону, рекомендуется следующие схемы опытов.

#### Простое двухпородное скрещивание

При организации опытов по простому двухпородному скрещиванию задача сводится к тому, чтобы установить, какая порода хряков при промышленном скрещивании с матками основной для данной зоны породы дает наилучший эффект.

Опыты по двухпородному скрещиванию целесообразно проводить по следующей схеме: Маток для опыта следует брать основной для данной зоны породы, хряков же следует испытывать тех пород, которые в дальнейшем может, будет завозить для скрещивания в данную зону. В том случае, если в зоне две породы имеют одинаковое распространение, целесообразно иметь контрольные группы двух исходных пород и опыты проводить по следующей схеме:

Простое двухпородное скрещивание (при двух породах). Переменное двухпородное скрещивание. В зонах и областях, где разводят свиней двух пород, целесообразно изучить эффективность и переменного двухпородного (или возрастного) скрещивания. Экспериментальные работы по переменному скрещиванию следует проводить по следующей схеме: Организация опытов по такой схеме дает возможность установить сравнительную эффективность простого и переменного, в данном случае возвратного скрещивания, и определить, какой из двух типов помесей ( $\frac{3}{4}$  крови одной или  $\frac{3}{4}$  крови другой породы) будет более продуктивным.

Трехпородное скрещивание. Для проведения опытов по эффективности трехпородного скрещивания так же, как и при использовании других методов скрещивания, в качестве маточной породы следует брать основную породу, районированную в данной зоне. При этом не следует усложнять схему опыта большим количеством групп, для этого достаточно иметь две опытные и одну контрольную группы, организовав опыт по следующей схеме:

Организация опытов по такой схеме дает возможность установить продуктивные качества двух – и трехпородных помесей в сравнении с чистопородными животными, а также сравнить между собой продуктивные качества трехпородных помесей различных типов с преобладанием крови “В” и породы “Б”.

Четырехпородное скрещивание. Проведение опытов по такой схеме требует не менее 3 лет работы, но при правильной их организации есть полная возможность сравнить с чистопородными животными и между собой двух, трех – и четырехпородные помеси.

Кроме того, изучение четырехпородного скрещивания следует проводить по схеме, позволяющей получить уже во втором поколении чктырехпородные помеси с одинаковой кровностью каждой из четырех групп.

Изучение промышленного скрещивания по предложенным схемам позволяет ответить на вопросы: 1. Какая порода хряков дает наиболее высокий эффект в промышленном скрещивании с матками основной породы данной зоны или области. 2. Какой метод промышленного скрещивания более эффективен в данной зоне.

Решение этих двух вопросов для каждой зоны следует считать обязательным, но нельзя ограничивать или исключать решение других более сложных вопросов промышленного скрещивания.

Так, например, экспериментальные работы с целью выявления биологической сущности гетерозиса, изучения наследственности и изменчивости и других вопросов следует проводить по более сложным схемам, с обязательным использованием в качестве контрольных групп чистопородных животных всех пород, используемых в скрещивании.

Конечная оценка эффективности скрещивания включает следующие показатели: 1. Воспроизводительную способность маточного стада и жизнеспособность приплода. 2. Откормочные качества молодняка. 3. Качества продуктов убоя. Для окончательной оценки результатов опытов скрещивания, в частности конституции и здоровья

животных, желателно привлечение к работе высококвалифицированных ветработников.

Подбор пород и требования к скрещиваемым животным. Современные породы и породные группы свиней различаются между собой по биологическим свойствам и хозяйственно полезным качествам. В опытах по межпородному скрещиванию разных пород установлено, что эффект скрещивания во многом зависит от выбора пород для скрещивания. Огромное значение при этом имеют приспособленность пород к условиям зоны и их способность в сочетании друг с другом обеспечивать гетерозис.

Подбору пород должно быть уделено большое внимание. В опытах по межпородному скрещиванию в качестве маточной основы необходимо брать породу, районированную и в первую очередь широко распространенную в данной зоне. Хряков следует выбирать из высокопродуктивных пород, обладающих высокой энергией роста в молодом возрасте.

При подборе пород следует учитывать направление их продуктивности и цели использования помесного молодняка.

Установлено, что для получения продукции определенного качества наибольший эффект дает скрещивание животных одного направления продуктивности.

Для мясного и беконного откорма более эффективны сочетания пород мясного и беконного направления, для сального – сальных пород. С целью улучшения мясных и беконных качеств во всех случаях целесообразно отбирать животных с длинным туловищем.

Наряду с породными особенностями на эффект скрещивания также влияют индивидуальные качества животных: возраст, живой вес, конституция и экстерьер, продуктивность.

Необходимо всегда помнить, что результаты опытов определяются не только возрастом животных и принадлежностью их к определенной породе, но и типом телосложения и физиологическим состоянием в предслучной и случной периоды.

При проведении опытов по промышленному скрещиванию экспериментатор должен учитывать огромное значение интенсивности кормления, уровня рационов по общей и белковой питательности, а также обеспеченности их всеми необходимыми питательными веществами.

В зависимости от сезона года условия кормления и содержания животных резко меняются, поэтому опыты необходимо проводить в двух повторностях – в зимний и летний периоды. Каждый раз необходимо точно регистрировать все условия опыта, в том числе и календарные сроки случки, опороса, отъема, постановки на откорм и снятия с него, взвешивания, забоя и т.д.

Выбор хряков и маток. При подборе пар следует, иметь введу, что хряк должен восполнять недостатки матки, чтобы обеспечить потомству хорошую конституционную крепость и высокие откормочные качества.

Животные должны быть типичными для свиней своей породы, не ниже 1 класса бонитировочного стандарта, иметь хорошее здоровье и быть проверенными по потомству. Нельзя допускать, чтобы в опытную и контрольную группы подбирались различного возраста, даже если бы они удовлетворяли всем другим требованиям.

Помимо указания классности, для уточнения характеристики экстерьера, типа и развития животных необходимо указать точный возраст (в годах и месяцах), живой вес и основные четыре промера – длину, обхват, глубину груди и высоту в холке. Желательно также эти данные сопроводить краткой характеристикой основных особенностей телосложения животных.

Физиологическое состояние хряка характеризуется состоянием его здоровья, темпераментом, поведением, аппетитом. Перед случкой необходимо по обычной методике определить объем спермы хряка, ее густоту. К случке допускаются хряки, имеющие густоту и среднюю сперму при подвижности сперматозоидов в 3 – 4 балла. В случае использования завозных животных необходимо указать дату завоза в хозяйство, в котором эти животные выращены.

Формирование групп, случка, кормление и содержание подопытных животных. Количество подопытных групп устанавливается в соответствии с количеством изучаемых в промышленном скрещивании пород хряков. В простейшем случае формируются две группы, из которых одна является контрольной, другая – опытной. Матки контрольной группы покрываются хряками той же породы, матки опытных групп – хряками других (изучаемых) пород.

Группы маток формируются животными – аналогами по происхождению, типу, возрасту, классности, продуктивности.

Лучше подбирать однопометных сестер и полусестер и распределять по разным группам. Если же подобрать, таким образом, маток не представляется возможным, тогда подбирают маток, сходных между собой и распределяют их по разным группам.

Если, например, группы укомплектованы матками 2 – 3 летнего возраста, но в контрольной группе имеются две четырехлетние матки, тогда и в опытных группах должно быть по две матки такого же возраста. Если одна из них в какой-либо группе в ходе опыта выбывает, тогда из опыта исключаются ее аналоги в других группах.

Для более правильного формирования подопытных групп рекомендуется составлять список свиноматок по группам. Количество маток в группе должно быть не менее 9, количество используемых в опыте хряков – не менее 3 (по 3 матки на каждого хряка).

Для правильного суждения об эффективности скрещивания необходимо, чтобы свиноматки контрольной и опытных групп, а также полученный от них приплод находился в одинаковых условиях кормления и содержания. Поэтому случка подопытных маток проводится в максимально сжатые сроки (не менее 1 месяца).

Подопытное поголовье находится в одном свиноматнике и обслуживается одним опытным свиноматком. Матки имеют заводские кондиции и должны быть хорошо подготовлены к случке. Хряки проверяются на качество спермы.

Кормление супоросных свиноматок организуются по нормам ВИЖа и НИИСа. Оно должно соответствовать требованиям зоотехнии, быть полноценным и одинаковым для всех групп, на рационах, типичных для данной зоны. Особое внимание необходимо обратить на полноценность рационов по протеину, витаминам и минеральным веществам.

Супоросные свиноматки обязательно должны выгуливаться. При опоросах свиноматок надо точно учитывать количество рожденных поросят (живых, мертвых, мумий и уродов) и индивидуальный вес поросят. Опоросы пятью и меньшим количеством живых поросят учитываются отдельно в каждой группе.

Кормление подсосных свиноматок и подкормка поросят производятся по нормам ВИЖа и НИИСа в соответствии с требованиями зоотехнии и должны быть одинаковыми для животных всех групп. Подкормка поросят – сосунов должна обеспечивать развитие поросят на уровне не ниже 1 класса (15 кг в 2 – месячном возрасте). Запись развития поросят – сосунов производится по форме 3.

Организация и техника откорма. На откорм ставят весь молодняк, полученный от маток контрольной и опытных групп, за исключением ясно отставших в росте (“заморышей”) и сразу же после отъема его от маток, т.е. в 60 – дневном возрасте.

Кастрируют хрячков, как обычно, до отъема. Откормочные группы желательнее формировать по пометам и размещать по отдельным станкам. Если это не возможно, то их ставят для откорма группами (контрольная и опытные).

Если не получается поставить на откорм всех подопытных отъемышей, то от каждой подопытной матки следует отобрать по 4 поросенка (два хрячка и две свинки) со средним для данного помета весом.

С целью лучшей организации откорма подопытного поголовья рекомендуется все сухие и сочные корма заблаговременно заготовить на весь период откорма. Организация кормления подопытных животных должна соответствовать зоотехническим требованиям и обеспечивать за период откорма среднесуточные привесы не менее 600 г.

Кормят подопытных подсвинков вволю. Остатки корма нежелательны, но если они будут, то их необходимо учитывать. При кормлении свиней сухими кормами из кормушек в станках должны быть автопоилки или корыта с водой. Самокормушки необходимо наполнять ежедневно (с таким расчетом, чтобы не было остатков) и на следующий день перед засыпкой кормов учитывать возможные остатки.

Кормление увлажненными кормами из корыта, в зависимости от местных условий, может быть двух – или трехкратным, что отмечается в отчете. Содержание подопытного поголовья должно соответствовать зоогигиеническим требованиям для откормочных животных с учетом особенностей данной зоны.

Учет результатов опыта. Учет развития животных (динамика живого веса) производится по форме 4. Учет кормов, потребленных подопытными животными, производится по форме 5 и 6. Для суждения о типе животного в 6 – месячном возрасте и в период снятия с откорма следует взять общепринятые пять промеров: длину туловища, обхват груди, высоту в холке, глубину и ширину груди. Весьма желательно также сделать фотографии подопытных животных, фотографирование производить в одном масштабе в соответствии с существующими зоотехническими правилами. При достижении подсвинками среднего веса 100 кг их отправляют на мясокомбинат для контрольного забоя. Перед отправкой на комбинат за 2 часа до убоя их взвешивают. Из – за неравномерности достижения живого веса 100 кг подсвинков отправляют на мясокомбинат чаще всего группами. При этом нельзя допускать большой разницы в живом весе забиваемых животных внутри группы, она не должна превышать 10 кг (95 - 105).

В опытной работе по изучению сравнительной эффективности промышленного скрещивания дополнительно могут планироваться и другие кондиции забоя (в соответствии с целями конкретного опыта) – 80, 90, 110, 120, 130, 150 и др., но весовая кондиция в 100 кг устанавливается как обязательная для всех опытов. В том числе, когда в опыте планируются и другие кондиции забоя, забой животных при живом весе 100 кг осуществляется на поголовье не менее 3 – 4 голов из каждой группы. Забой подопытных животных, разделка туш и оценка мяса – сальных качеств проводится в соответствии с принятой методикой забоя и оценкой мяса – сальных качеств туши свиней. Обработку полученных данных проводят биометрическим методом. С начала до окончания опыта ведется дневник, в котором отражают весь ход опыта, все возможные отклонения от методики, нарушения распорядка дня, изменения в кормлении и содержании животных, заболевания, прививки.

При оценке результатов опыта эти данные необходимо принимать во внимание. Для получения достоверных данных об эффективности промышленного скрещивания необходима повторность опыта (в зимних и летних условиях откорма животных).

Следует иметь в виду, что в настоящей методике изложен минимум требований, необходимых для организации опытов по получению эффективности промышленного скрещивания свиней различных пород. Физиологические опыты по переваримости и балансу азота, изучению состава крови, развитию некоторых желез внутренней секреции весьма желательны. При проведении этих исследований следует пользоваться специальными методиками.

### Вопросы для самоконтроля

- 1) .Определение схемы опыта;
- 2) Подбор пород и требования к скрещиваемым животным;
- 3) Выбор хряков и маток;
- 4) Опыты с крупным рогатым скотом;
- 5) Опыты со свиньями.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

#### *Основная*

1. **Соколов, Э.М.** Информационные технологии в безопасности жизнедеятельности: Учебник для вузов / Э.М. Соколов, В.М. Панарин, Н.В. Воронцова. – М.: Машиностроение, 2006. -238 с.
2. **Коробов, А. П.** Методика опытного дела в животноводстве: Методические указания и рабочая тетрадь / А. П. Коробов, Л. А. Сивохина, Ю. А. Кутузов. - Саратов, 2008.
3. **Фаронов, В.В.** Система программирования Delphi./ В. В. Фаронов. – СПб: БХВ-Петербург, 2006. – 912 с.

#### *Дополнительная*

1. **Викторов, П. И.** Методика опытного дела в животноводстве / П. И. Викторов: учебное пособие для слушателей ФПК. - Краснодар, СХИ, 1997.
2. **Меркурьева, Е. Н.** Биометрия в селекции и генетике с.-х. животных / Е. Н. Меркурьева. - М.: Колос, 1970.
3. **Плохинский, Н. А.** Биометрия / Н. А. Плохинский. - М.: Изд. МГУ, 1970.
4. **Викторов, П. И.,** Менькин В. К. Методика и организация зоотехнических опытов / П. И. Викторов, В. К. Менькин. - М.: Агропромиздат, 1991.
5. **Овсянников, И. И.** Основы опытного дела в животноводстве / И. И. Овсянников. - М.: Колос, 2001.

## Лекция 14

### ИДЕЙНО-ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА И ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Методика исследования, кроме схемы опыта, порядка и характера и характера контрольных измерений в процессе его проведения, должна иметь достаточно обоснованную рабочую гипотезу, т.е. научное предвидение того, каким, должен быть ход опыта и каковы его конечные результаты.

Научное исследование не представляет собой беспорядочное собирание фактов и поверхностного их описания. Ученый всегда стремится объяснить наблюдаемые факты, выяснить их сущность, определить причины возникновения, установить законы, лежащие в их основе и управляющие фактами.

Выяснение причин явлений, изучаемых, изучаемых современной зоотехнической наукой, предполагает напряженное и глубокое логическое осмысление фактов, которое начинается с возникновения гипотезы, а иногда и целой их серии.

Под гипотезой понимается непротиворечащее фундаментальным законам науки предположение о причине изучаемого явления, о наличии непосредственно наблюдаемого факта или о закономерном порядке, объясняющем известную совокупность явлений.

Гипотеза неотделима от эксперимента (научно-хозяйственного опыта) и составляет существенную часть его. Необходимость разработки гипотезы возникает в том случае, если причину изучаемого явления, факта нельзя с очевидностью обнаружить.

При постановке зоотехнического эксперимента необходимость постановки гипотезы возникает почти постоянно.

Идея гипотезы. Развитие научной гипотезы начинается с возникновения идеи. В практике научно-исследовательской работы возникновение новых идей происходит в результате различного характера деятельности нашего интеллекта.

Наиболее часто новая идея для рабочей гипотезы возникает на основании анализа и составления экспериментальных данных как своих, так и полученных другими исследователями.

Сопоставление двух или большего числа твердо установленных фактов с соблюдением правил логики выводится одно, два или несколько новых положений, которые тщательно анализируются.

Часть из них оказывается, очевидно, ошибочной и отбрасывается, а остальные как вероятные могут разрабатываться в новые гипотезы и затем проверяться экспериментально.

Особое значение имеет анализ так называемых «неудавшихся» опытов, исследований с отрицательным результатом, а также анализ побочных явлений опыта. Случайно обнаруженные наблюдения побочного явления опыта может дать идею для последующей научно-исследовательской работы и привести к крупным открытиям.

В зоотехнии источником идей служит непосредственное наблюдение за изменением животного при различных процессах производства. Особенно важно при этом изучение хозяйств, расположенных в различных экологических зонах страны.

Так при экспедиционном изучении состояния животного в разных зонах страны и в различных условиях производства дореволюционной России А.Ф. Миддендорф и Н.И. Чирвинский установили, что в хозяйствах с плохими условиями кормления у животных нарушены пропорции тела.

В одних случаях это были коровы с низконогие, с относительно небольшой головой и большим брюхом, с недоразвитием задней трети туловища, недоразвитостью туловища в длину.

Возникшая идея о влиянии уровня кормления на формы тела у с.-х. животных была тщательно проверена А.Ф. Миддендорфом и Н.И. Чирвинским в научно-хозяйственных опытах, также были проведены всесторонние анатомо-морфологические исследования.

Это завершилось открытием и формулированием основного закона недоразвития, а затем и основного закона трофических воздействий на растущий организм. Это одно из самых крупнейших обобщений, сделанных в отечественной зоотехнической науке.

Знакомство с хорошо организованными на научно-техническом уровне животноводческими хозяйствами буквально одухотворяет исследователя. Великие ученые в зоотехнии обычно имели постоянные деловые связи с передовыми животноводческими предприятиями, которые являются неиссякаемым источником новых идей, экспериментальная разработка которых может обогащать многие биологические науки.

Побудительным мотивом идеи и гипотезы служит научная фантазия (воображение) – интеллектуальный процесс, в результате которого создаются новые образы предметов и явлений. Никаких идей и мыслей не может возникнуть, пока разум не получит какого-то начального толчка от ощущения.

Большое значение фантазии, воображению как явлению, связанному с научным творчеством придавал К.А. Тимирязев.

В фантазии отображаются новые, неизвестные связи явлений или неизвестные качества предметов. В числе важнейших средств теоретической разработки гипотезы (на начальных фазах ее формирования) находится аналогия.

Аналогия – это такое умозаключение, когда по сходству предметов и явлений в одном отношении делается вывод о сходстве их предметов и явлений в другом отношении.

Разведывательные или модельные опыты. Для разработки рабочей гипотезы или общей методики исследования иногда возникает необходимость постановки, так называемых, разведывательных, поисковых или модельных опытов.

Разведывательные или поисковые опыты обычно ставятся на небольшом числе животных (5-6), они обычно меньше по продолжительности и преследуют цель – получить предварительный материал. Разведывательные опыты, как правило, лишены свойств доказательности.

Модульные опыты ставятся для того, чтобы проверить основные положения рабочей гипотезы, что позволяет с большей методической готовностью приступить к основному эксперименту.

Постановка опытов на крупных, долго растущих и медленно размножающихся животных обходится дорого и требует много времени. При этом всякий методический недосмотр приведет к серьезным непоправимым промахам.

Модельные опыты целесообразно проводить на лабораторных животных или на животных миниатюрных пород.

Проведение миниатюрных опытов – это подготовка плацдарма, разработка стратегии и тактики для гениального наступления на объект исследования.

Сердцевина идейного содержания эксперимента – теория. Эксперимент должен ставиться таким образом, чтобы он, «открывал как можно больше окон в сторону непредвиденного» (Ф. Жолио-Кюри).

Необходимо, чтобы отечественный и зарубежный мировой опыт в данной области науки был исследователю известен и критически им переработан.

Формируемые гипотезы должны носить альтернативный характер, ставящий исследователя всякий раз перед необходимостью, экспериментального решения – какая из двух или нескольких взаимно исключающих друг друга гипотез верна, а какая ошибочна.

Основу составляет последовательное исключение логических альтернатив, а не бесконечное накапливание данных измерений, взвешиваний и т.д. в надежде, что их возросшее число и разнообразие само собой позволит когда-то вскрыть закономерность.

Решающее значение метода в научном исследовании выявляется лишь в определенных методологических рамках, при соответствующей постановке вопроса, конкретной форме мышления.

Правила конкретной методологии эксперимента:

Первое правило. Эксперимент не должен быть случайным. Ученый должен на базе фактического материала все время развивать свои теоретические представления в исследуемой области, и каждый отдельный эксперимент должен находиться в связи с этим процессом и в точно определенном месте той совокупности экспериментов, которые необходимы для разработки вопроса.

Второе правило. В ходе исследования надо тщательно соблюдать необходимые пропорции между главным направлением эксперимента и его отдельными частями.

Третье правило. Общий план исследования проблемы не должен быть жестко фиксированным; в ходе экспериментов в зависимости от результатов идейно связанного с ним предшествующего опыта или опытов, проведенных в других лабораториях, должно уточняться направление и содержание последующего опыта.

Четвертое правило. Эксперимент нельзя начинать до тех пор, пока не будут подготовлены все его составные элементы – рабочие гипотезы, следовательно, полное знание истории предмета исследования, методика, соответствующая аппаратура и материальное оснащение, а также люди, которые будут заняты на опыте.

Пятое правило. Когда начался опыт, надо точно фиксировать факты. Совершенно недопустимо вести выборочные наблюдения.

Шестое правило. Должна соблюдаться необходимая пропорция между ручной работой и мыслительной деятельностью исследователя.

При планировании эксперимента необходимо решить – будет ли это один единственный эксперимент или он будет находиться в повторности с другими опытами. Это зависит от многих условий, но нужно иметь в виду, что с точки зрения математической доказательности эксперимент, организованный с одной повторностью, по сравнению с единичным всегда выигрывает.

Целесообразно вместо одной большой подопытной группы с неклассифицированными индивидами внутри группы иметь несколько подгрупп, которые всесторонне отражают объект исследования (влияние пола, типа телосложения или типа нервной деятельности).

Большое значение имеет качественный анализ подобранных для проведения эксперимента групп животных. Если нет возможности получить для опыта более выровненный по индивидуальным качествам материал, то в таком случае опытная группа делится на две или большее число подгрупп (слоев).

Самый ответственный момент при проведении опыта – сделать правильный конечный вывод из экспериментальных данных. При этом цифровое фиксирование научного факта имеет большое значение.

Выводы должны вытекать из объективного содержания данных эксперимента. В выводы выносятся теоретически осмысленные положения, вытекающие из эксперимента, а не одна простая констатация опытных фактов. Объем понятий и выводов не должен быть больше того, что позволяют данные эксперимента. Выводы должны содержать элементы новизны для науки или практики. Выводы необходимо формулировать в таком виде, чтобы возможна была их экспериментальная проверка. Научные факты, констатируемые в выводах, должны сопровождаться краткой ссылкой на основные условия, при которых эти факты будут неизменно повторяться. В выводах делают указание на то, являются ли все они (или один из них) предварительными. В конце выводов можно высказать предложение как дальше вести подобные исследования и предложения для использования в производстве.

### Вопросы для самоконтроля

- 1) Построение рабочей гипотезы исследования;
- 2) Правила конкретной методологии эксперимента;
- 3) Планирование эксперимента;
- 4) Логический анализ данных опыта и извлечение выводов. Понятие бисериального показателя.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

#### *Основная*

1. **Соколов, Э.М.** Информационные технологии в безопасности жизнедеятельности: Учебник для вузов / Э.М. Соколов, В.М. Панарин, Н.В. Воронцова. – М.: Машиностроение, 2006. -238 с.
2. **Коробов, А. П.** Методика опытного дела в животноводстве: Методические указания и рабочая тетрадь / А. П. Коробов, Л. А. Сивохина, Ю. А. Кутузов. - Саратов, 2008.
3. **Фаронов, В.В.** Система программирования Delphi./ В. В. Фаронов. – СПб: БХВ-Петербург, 2006. – 912 с.

#### *Дополнительная*

1. **Викторов, П. И.** Методика опытного дела в животноводстве / П. И. Викторов: учебное пособие для слушателей ФПК. - Краснодар, СХИ, 1997.
2. **Меркурьева, Е. Н.** Биометрия в селекции и генетике с.-х. животных / Е. Н. Меркурьева. - М.: Колос, 1970.
3. **Плохинский, Н. А.** Биометрия / Н. А. Плохинский. - М.: Изд. МГУ, 1970.
4. **Викторов, П. И.,** Менькин В. К. Методика и организация зоотехнических опытов / П. И. Викторов, В. К. Менькин. - М.: Агропромиздат, 1991.
5. **Овсянников, И. И.** Основы опытного дела в животноводстве / И. И. Овсянников. - М.: Колос, 2001.
6. **Трифонова, М. Ф.,** Основы научных исследований / М. Ф. Трифонова, П. М. Заика, и др. - М.: Колос, 1993 г.

## Лекция 15

### СОСТАВЛЕНИЕ МЕТОДИКИ И РАБОЧЕГО ПЛАНА ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТА

Научные исследования и разработки включают 3 основных этапа: планирование; проведение опытов, наблюдений и учетов; обработка и обобщение полученных данных.

Планирование – это определение задачи и объектов исследования, разработка схемы эксперимента.

Нетерпение и поспешность при планировании научно – хозяйственного опыта редко приводят к быстрому и результативному завершению экспериментальных исследований и разработок.

Поспешность может привести к существенным дефектам эксперимента – неправильному выбору градаций изучаемых факторов, контрольных и опытных вариантов, неоправданному увеличению объема работ, что сильно затрудняет техническое проведение опыта снижает достоверность данных и обходится слишком дорого.

Ошибки, допущенные при планировании, нельзя исправить в последующем ни тщательным проведением опытной работы, ни применением дорогостоящих инструментальных методов исследования и статистической обработки.

Необходимо четко сформировать цель исследования, построить логическую модель изучаемого явления и правильно выбрать стратегию, которая определяет методы и приемы исследования.

Следующий этап – изучение литературы по данной проблеме и выдвижение рабочей гипотезы или ряда конкурирующих гипотез. Рабочая гипотеза служит отправным пунктом для составления схемы или ряда схем будущих опытов и разработки программы исследования.

В программе указываются схемы опытов, основные элементы методики и техники эксперимента, наблюдения и учета.

Сложным и ответственным этапом планирования является разработка схемы и методики опыта, выбор анализов для оценки и объяснения действия изучаемых факторов.

Надежность результатов эксперимента и соответствие их поставленной задаче зависит от правильного решения основного вопроса планирования – разработки рациональной схемы научно – хозяйственного опыта.

Однофакторные опыты. При планировании схем однофакторных экспериментов следует иметь ввиду два основных момента: 1. Варианты в однофакторном опыте могут различаться качественно (опыты по обработке соломы NaOH, Ca(OH)<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>OH, жидким аммиаком, а также пропаривание и гранулирование с мочевиной). 2. Варианты в опыте могут иметь количественные градации изучаемых факторов: доза щелочи, уровень микроэлементов, ферментных препаратов, и т.д.

Сравнительно просто решается вопрос о схемах однофакторных опытов, в которых варианты различаются качественно. Здесь важно выдержать принцип единственного различия, правильно выбрать контрольный вариант (стандартный) и определить сопутствующие, не изучаемые в опыте оптимальные зоотехнические условия опыта.

Для схем однофакторных опытов с количественными градациями, кроме перечисленных выше требований, необходимо правильно установить единицу варьирования для доз изучаемого фактора и число градаций – доз.

Важно так составить схему опыта, чтобы на основании экспериментальных точек – эффектов вариантов, можно было построить кривую отзывчивости (отклика), которая будет характеризовать зависимость продуктивности от изменения изучаемых градаций фактора.

Обычно связь между продуктивностью и возрастающими дозами одного фактора не линейна. Поэтому желательно иметь достаточное число доз в широком диапазоне.

Если неправильно установлен центр эксперимента и приняты незначительные различия в дозах (градациях), то экспериментальные точки могут охватывать только лимитирующую или стационарную области и, следовательно, на основании этой информации нельзя установить оптимальный уровень для изучаемого в опыте фактора.

Другая опасность возникает в том случае, когда шаг варьирования выбран слишком большим и можно “проскочить” точку максимума. Точные рекомендации по выбору величины шага даты невозможно и многое здесь зависит от квалификации и интуиции экспериментатора.

Если предварительные сведения об изучаемом явлении отсутствуют, выбор основного уровня, центра эксперимента приходится делать более или менее случайным образом, руководствуясь общими представлениями о процессе.

Если предварительные сведения об изучаемом явлении отсутствуют, выбор основного уровня, центра эксперимента приходится делать более или менее случайным образом, руководствуясь общими представлениями о процессе.

В общем виде схему однофакторного опыта по изучению градаций (доз) фактора А можно представить так  $a_0, a_1, a_2, \dots, a_n$ . Здесь индексами 0, 1, 2 обозначены градации фактора «а» в условных единицах, где «0» низшая нулевая градация.

Многофакторные опыты. Принципиальная особенность многофакторного опыта – возможность установить действие изучаемых факторов, характер и величину их взаимодействия при совместном применении.

Чтобы на основе данных многофакторного эксперимента можно было посчитать эффекты действия и взаимодействия факторов при планировании его схемы необходимо выдержать принцип факториальности.

Сущность принципа факториальности заключается в том, что схема должна предусматривать испытание всех возможных сочетаний намеченных к изучению факторов и их градаций. Изучается действие и взаимодействие количественных и качественных факторов.

Схема многофакторного опыта. Если в схему включим третий фактор сахар, в двух градациях.

Полная многофакторная схема дает возможность получить из эксперимента максимум информации. Поэтому там, где нет особых препятствий к проведению опыта по факториальной системе, ей нужно отдать предпочтение.

Преимущества полного факториального эксперимента: 1. Опытные данные показывают влияние каждого фактора в различных условиях создаваемых изменением других факторов. 2. Испытание различных сочетаний факторов позволяет получить более надежные основания для практических рекомендаций, остающихся пригодными и при изменяющихся условиях. 3. При независимом действии факторов один многофакторный опыт дает столько же информации о каждом из них, как если бы весь эксперимент был посвящен исследованию только одного фактора.

В зависимости от задач исследования могут быть общезоотехнические (промеры, продуктивность и учет корма) или лабораторные – анализы.

Чтобы получить надежные данные в этих исследованиях экспериментатор должен решить следующие вопросы: 1. Какие наблюдения анализы и учеты включить в программу; 2. В какие сроки проводить наблюдения и учеты; 3. Определить оптимальный объем проб; 4. Обеспечить представительность отбираемых проб;

Целенаправленность – важнейшее требование к любому наблюдению. Небольшое число продуманных и целеустремленных наблюдений гораздо ценнее, чем груды случайно выбранных шаблонных описаний часто несогласованных с общей целью опыта и впоследствии обычно редко используемых.

Опыт должен сопровождаться не стандартным набором наблюдений, а теми наблюдениями, без которых нельзя понять изучаемое явление и обеспечить получение тех или иных прибавок продуктивности.

Опыты по воспитанию молодняка необходимы для определения влияния разных способов кормления и содержания на развитие молодых животных и на их будущую продуктивность.

Главная трудность в том, что эффект многих факторов, действующих на молодое животное правильно оценивается лишь по взрослому животному по его размеру, сложению, продуктивности.

При составлении плана опыта необходимо ясно представить ближайшую цель и заранее во всех деталях наметить те приемы исследования, которыми она может быть достигнута.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### *Основная*

1. **Соколов, Э.М.** Информационные технологии в безопасности жизнедеятельности: Учебник для вузов / Э.М. Соколов, В.М. Панарин, Н.В. Воронцова. – М.: Машиностроение, 2006. -238 с: ил.

2. **Коробов, А. П.** Методика опытного дела в животноводстве: Методические указания и рабочая тетрадь / А. П. Коробов, Л. А. Сивохина, Ю. А. Кутузов. - Саратов, 2008 г.

3. **Фаронов, В.В** Система программирования Delphi./ В. В. Фаронов. – СПб: БХВ-Петербург, 2006. – 912 с.: ил.

### *Дополнительная*

1. **Викторов, П. И.** Методика опытного дела в животноводств / П. И. Викторов.: учебное пособие для слушателей ФПК. - Краснодар, СХИ, 1997 г.

2. **Меркурьева, Е. Н.** Биометрия в селекции и генетике с.-х. животных / Е. Н. Меркурьева. - М.: Колос, 1970 г.

3. **Плохинский, Н. А.** Биометрия / Н. А. Плохинский. - М.: Изд. МГУ, 1970 г

4. **Викторов, П. И.,** Менькин В. К. Методика и организация зоотехнических опытов / П. И. Викторов, В. К. Менькин. - М.: Агропромиздат, 1991 г.

5. **Овсянников, И. И.** Основы опытного дела в животноводстве / И. И. Овсянников. - М.: Колос, 2001г.

6. **Трифорова, М. Ф,** Основы научных исследований / М. Ф. Трифонова, П. М. Заика, и др. - М.: Колос, 1993 г.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Соколов, Э.М.** Информационные технологии в безопасности жизнедеятельности: Учебник для вузов / Э.М. Соколов, В.М. Панарин, Н.В. Воронцова. – М.: Машиностроение, 2006. -238 с.
2. **Коробов, А. П.** Методика опытного дела в животноводстве: Методические указания и рабочая тетрадь / А. П. Коробов, Л. А. Сивохина, Ю. А. Кутузов. - Саратов, 2008 г.
3. **Фаронов, В.В.** Система программирования Delphi./ В. В. Фаронов. – СПб: БХВ-Петербург, 2006. – 912 с.
4. **Викторов, П. И.** Методика опытного дела в животноводств / П. И. Викторов.: учебное пособие для слушателей ФПК. - Краснодар, СХИ, 1997 г.
5. **Меркурьева, Е. Н.** Биометрия в селекции и генетике с.-х. животных / Е. Н. Меркурьева. - М.: Колос, 1970 г.
6. **Плохинский, Н. А.** Биометрия / Н. А. Плохинский. - М.: Изд. МГУ, 1970 г
7. **Викторов, П. И.,** Менькин В. К. Методика и организация зоотехнических опытов / П. И. Викторов, В. К. Менькин. - М.: Агропромиздат, 1991 г.
8. **Овсянников, И. И.** Основы опытного дела в животноводстве / И. И. Овсянников. - М.: Колос, 2001г.
9. **Трифонова, М. Ф,** Основы научных исследований / М. Ф. Трифонова, П. М. Заика, и др. - М.: Колос, 1993 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
<b>Лекция 1. Основные направления научных исследований, определяющий научно-технический прогресс в животноводстве.....</b>	<b>4</b>
Вопросы для самоконтроля.....	6
Список литературы.....	6
<b>Лекция 2. Основные направления научных исследований в зоотехнии.....</b>	<b>7</b>
Вопросы для самоконтроля.....	9
Список литературы.....	9
<b>Лекция 3. Характеристика основных методов биологических исследований...10</b>	<b>10</b>
Вопросы для самоконтроля.....	12
Список литературы.....	12
<b>Лекция 4. Основные методы и приемы постановки зоотехнических экспериментов.....</b>	<b>13</b>
Вопросы для самоконтроля.....	15
Список литературы.....	15
<b>Лекция 5. Принцип аналогичных групп. Методы интегральных групп.....</b>	<b>16</b>
Вопросы для самоконтроля.....	23
Список литературы.....	23
<b>Лекция 6. Метод периодов и параллельных групп периодов.....</b>	<b>24</b>
Вопросы для самоконтроля.....	25
Список литературы.....	25
<b>Лекция 7. Метод повторного замещения и метод латинского квадрата.....</b>	<b>26</b>
Вопросы для самоконтроля.....	29
Список литературы.....	29
<b>Лекция 8. Опыты по оценке наследственно-конституциональных факторов продуктивности.....</b>	<b>30</b>
Вопросы для самоконтроля.....	32
Список литературы.....	32
<b>Лекция 9. Общие методические критерии постановки зоотехнических опытов.....</b>	<b>33</b>
Вопросы для самоконтроля.....	37
Список литературы.....	37
<b>Лекция 10. Изучение переваримости кормов и рационов.....</b>	<b>38</b>
Вопросы для самоконтроля.....	41
Список литературы.....	41
<b>Лекция 11 Общие методические критерии постановки опытов по переваримости кормов и обмену веществ.....</b>	<b>42</b>
Вопросы для самоконтроля.....	46
Список литературы.....	46
<b>Лекция 12 Изучение переваримости кормов и обмена веществ; Индикаторный метод определения переваримости рационов и кормов овцами и свиньями.....</b>	<b>47</b>
Вопросы для самоконтроля.....	49

Список литературы.....	49
<b>Лекция 13 Методика постановки опытов по промышленному скрещиванию в животноводстве.....</b>	<b>50</b>
Вопросы для самоконтроля.....	55
Список литературы.....	55
<b>Лекция 14 Идеино-теоретическая разработка и планирование экспериментальных исследований.....</b>	<b>56</b>
Вопросы для самоконтроля.....	59
Список литературы.....	59
<b>Лекция 15 Составление методики рабочего плана проведения опыта.....</b>	<b>60</b>
Вопросы для самоконтроля.....	62
Список литературы.....	62
<b>Список использованной литературы.....</b>	<b>63</b>